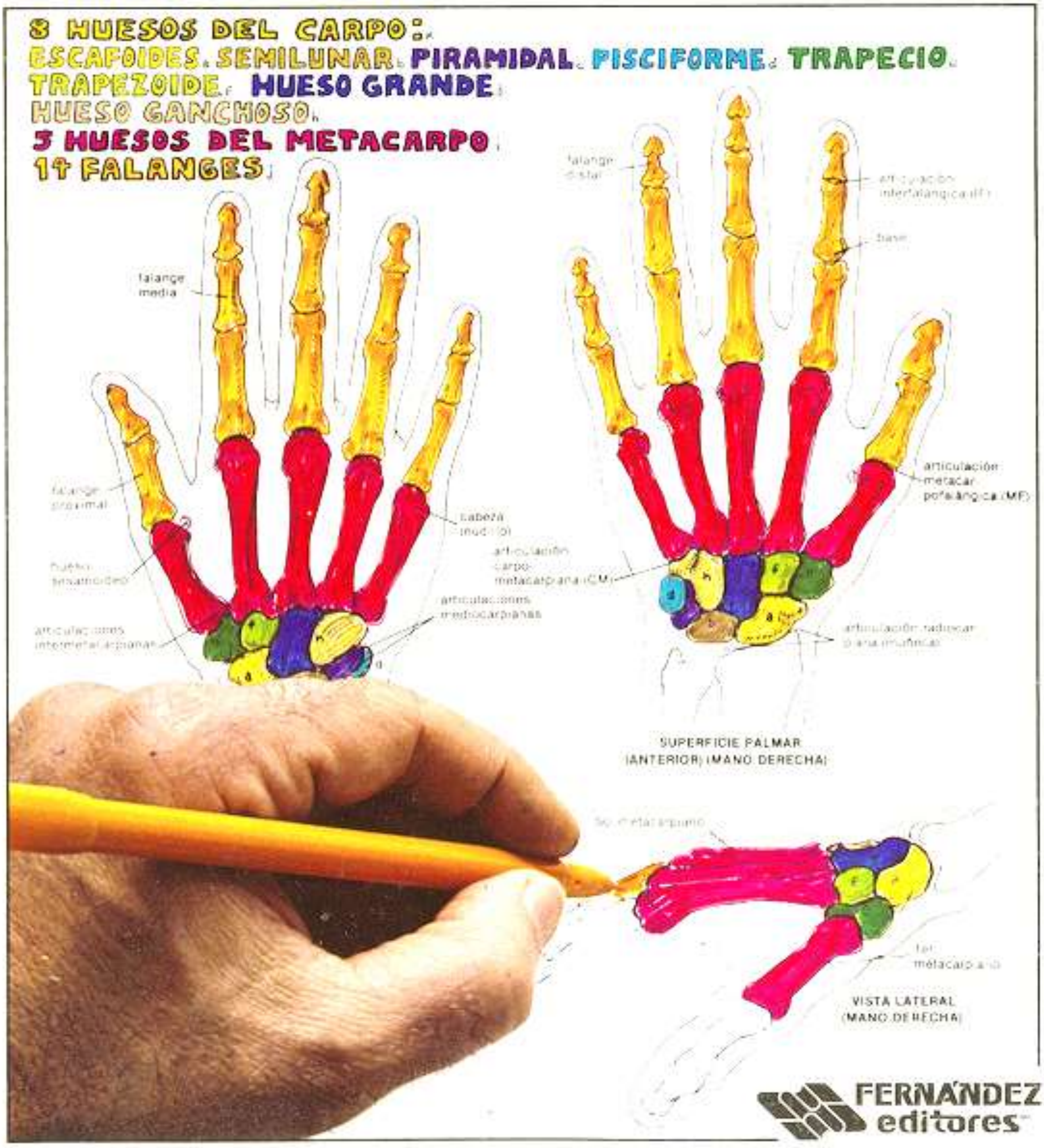
Wynn Kapit / Lawrence M. Elson

ANATOMÍA CROMODINÁMICA

ATLAS ANATÓMICO PARA COLOREAR


8 HUESOS DEL CARPO: a
ESCAFOIDES a SEMILUNAR b PIRAMIDAL c PISCIFORME d TRAPECIO e
TRAPEZOIDE f HUESO GRANDE g
HUESO GANCHOSO h
5 HUESOS DEL METACARPO i
14 FALANGES j
falange media
falange proximal
hueso sesamoideo
articulaciones intermetacarpianas
cabeza (nudillo)
articulación carpo-metacarpiana (CM)
articulaciones mediocarpianas
falange distal
articulación interfalángica (IF)
base
articulación metacarpofalángica (MF)
articulación radiocarpiana (muñeca)
SUPERFICIE PALMAR (ANTERIOR) (MANO DERECHA)
5o metacarpiano
1er metacarpiano
VISTA LATERAL (MANO DERECHA)

FERNÁNDEZ editores

ÍNDICE

Prólogo
Datos de extrema importancia para obtener el máximo provecho de este libro

INTRODUCCIÓN A LA ANATOMÍA MACROSCÓPICA

1 Terminología

ORGANIZACIÓN DEL CUERPO

2 La célula en general
3 División celular. Mitosis
4 Tejidos: Epitelio
5 Tejidos: Tejido conectivo (parte I)
6 Tejidos: Tejido conectivo (parte II)
7 Tejidos: Tejido muscular

SISTEMA ESQUELÉTICO

8 Integración del esqueleto
9 Anatomía de un hueso
10 Clasificación: Esqueleto axial, esqueleto apendicular
11 Huesos del cráneo
12 El cráneo: Vistas adicionales
13 Vértebras y columna vertebral
14 Tórax
15 Miembro superior: Cinturón escapular o del miembro superior y brazo
16 Miembro superior: Antebrazo
17 Miembro superior: Huesos de la mano
18 Miembro superior: Huesos del miembro superior (repaso)
19 Miembro inferior: Pelvis y cintura pélvica
20 Miembro inferior: Muslo y pierna
21 Miembro inferior: Huesos del pie
22 Clasificación de las articulaciones

SISTEMA MUSCULAR

23 Introducción
24 Estructura del músculo esquelético
25 La cabeza: Músculos de la expresión facial y de la masticación

26 El cuello
27 El torso: Músculos profundos de la espalda y el cuello
28 El torso: Músculos de la pared anterior del abdomen y de la región inguinal
29 El torso: Músculos de la pared posterior del abdomen, diafragma y músculos intercostales
30 El torso: Músculos perineales y piso pélvico
31 Miembro superior: Músculos de la estabilización escapular
32 Miembro superior: Músculos del manguito musculotendinoso
33 Miembro superior: Músculos que actúan en la articulación del hombro.
34 Miembro superior: Músculos que actúan en el antebrazo
35 Miembro superior: Músculos que actúan en la muñeca, mano y dedos
36 Miembro superior: Músculos de la mano
37 Miembro superior: Resumen de los grupos musculares
38 Miembro inferior: Músculos de la región glútea
39 Miembro inferior: Músculos posteriores del muslo
40 Miembro inferior: Músculos interiores del muslo
41 Miembro inferior: Músculos anteriores del muslo
42 Miembro inferior: Músculos anteriores y laterales de la pierna
43 Miembro inferior: Músculos posteriores de la pierna
44 Miembro inferior: Músculos del pie
45 Miembro inferior: Regiones musculares
46 Repaso del cuerpo

SISTEMA CARDIOVASCULAR

47 Esquema general de la circulación: Estructura de una vena, arteria y capilar
48 Sangre y células sanguíneas
49 Mediastino
50 Cavidades del corazón
51 Sistema de conducción cardiaco
52 Circulación coronaria del corazón
53 Arterias de la cabeza y cuello
54 Irrigación arterial del cerebro
55 El miembro superior: Arterias y venas
56 Arterias del miembro inferior
57 Aorta torácica y abdominal
58 Arterias que irrigan los órganos del aparato digestivo
59 Arterias de la pelvis y del periné
60 Principales arterias del sistema arterial
61 Venas de la cabeza y el cuello; senos de la duramadre
62 Venas de la parte anterior del cuello; vena ácigos y sus tributarias, vena cava inferior y su tributarias
63 Venas del miembro inferior
64 Sistema porta del hígado
65 Venas principales del sistema venoso
66 Circulación fetal

SIGUE ÍNDICE

FERNANDEZ editores
MUESTRA DE CORTESIA
PARA SU ESTUDIO
Y RECOMENDACION

SISTEMA LINFÁTICO

67 Conducto torácico y sus tributarios
68 Anatomía de un nódulo linfático
69 Canales profundos y superficiales de drenaje linfático

APARATO RESPIRATORIO

70 Esquema general
71 La nariz en su parte externa; tabique nasal; cavidad o fosas nasales
72 Senos paranasales
73 Faringe y laringe
74 El árbol bronquial
75 Pleura y lóbulos pulmonares
76 Superficie mediastinal de los pulmones
77 Mecánica de la respiración

APARATO DIGESTIVO

78 Esquema del aparato
79 La boca/la lengua
80 Los dientes
81 Faringe y esófago
82 Peritoneo
83 El estómago
84 Intestino delgado: duodeno, yeyuno, íleon
85 Intestino grueso
86 El hígado
87 Vesícula biliar, páncreas, bazo

APARATO URINARIO

88 El tracto urinario
89 Riñones y vasos en la cavidad abdominal
90 Riñón, corte frontal
91 El túbulo renal
92 Patrón circulatorio del riñón

APARATO REPRODUCTOR

93 El aparato reproductor masculino
94 Los testículos
95 Uretra, pene y región urogenital
96 El aparato reproductor femenino
97 El ovario
98 El útero y las trompas de Falopio
99 El ciclo reproductivo
100 La mama (glándula mamaria)
101 Desarrollo del embrión (parte I)
102 Desarrollo del embrión (parte II)
103 Embrión-Feto, membranas materno fetales, placenta

SISTEMA INTEGUMENTARIO

104 Integumento (piel); organización
105 Receptores sensoriales de la piel

SISTEMA ENDOCRINO

106 Localización de las glándulas endocrinas
107 Hipófisis (glándula pituitaria) e hipotálamo
108 Hipófisis y sus órganos efectores
109 Glándula tiroides y glándulas paratiroides
110 Glándulas adrenales (suprarrenales)
111 Hormonas gastrointestinales y secreciones pancreáticas

SISTEMA NERVIOSO

112 Clasificación estructural de las neuronas/Recubrimientos del axón
113 Anatomía de la sinapsis
114 Clasificación funcional de las neuronas/Terminaciones nerviosas
115 Arcos reflejos
116 Organización
117 Desarrollo del sistema nervioso central
118 Desarrollo de los ventrículos
119 Meninges del cerebro y de la médula espinal
120 Esquema de la circulación del líquido cefalorraquídeo (LCR)
121 Hemisferios cerebrales (parte I)
122 Hemisferios cerebrales/Corteza/Vías (parte II)
123 Diencéfalo
124 Tallo cerebral/Cerebelo
125 Médula espinal
126 Vías ascendentes (sensoriales)
127 Vías descendentes (motoras)
128 Nervios espinales
129 Plan de distribución de los nervios espinales
130 Nervios que van al miembro superior
131 Nervios que van al miembro inferior
132 Dermatomas
133 Nervios craneales
134 Sistema Nervioso Autónomo: División simpática
135 Esquema de la división simpática del Sistema Nervioso Autónomo (SNA)
136 Esquema de la división parasimpática del SNA
137 Sentido de la vista (parte I)
138 Sentido de la vista (parte II)
139 Sentido de la vista (parte III)
140 Sentido del oído
141 Sentido del oído/Sistema vestibular
142 Gusto y olfato

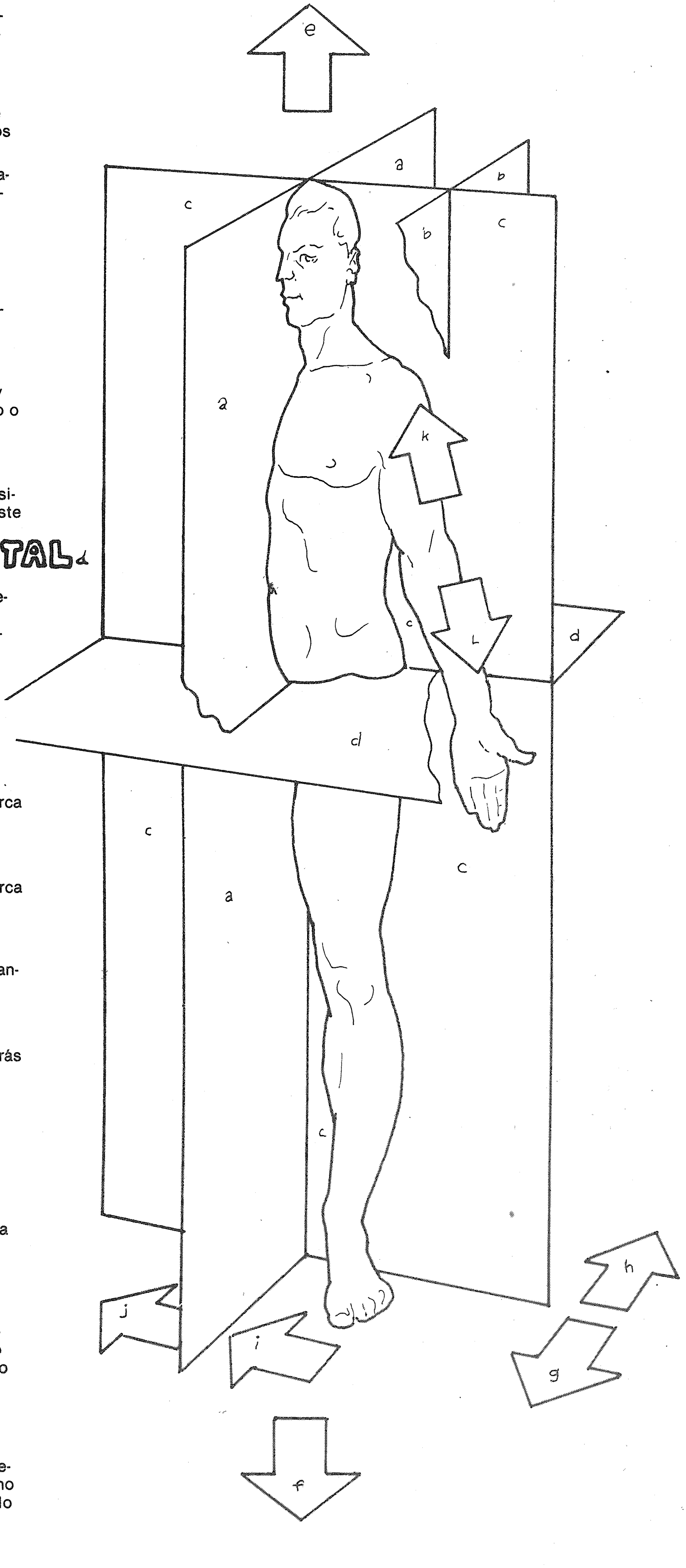
TERMINOLOGÍA

NC 12
1. Ilumine los cuatro planos corporales en colores claros.
2. Ilumine las orientaciones anatómicas (flechas) en colores brillantes u obscuros para enfatizarlos.
3. El cuerpo en sí no debe iluminarse.

Se ha desarrollado un conjunto preciso de términos y planos para describir posiciones, relaciones y orientaciones dentro del cuerpo humano. Con objeto de evitar confusión, siempre deben estar relacionados con la *posición anatómica* normal: de pie, con las palmas de las manos hacia adelante.

Los planos son líneas fijas de referencia que dividen al cuerpo (o lo seccionan) para facilitar el visualizar una estructura. Puede obtenerse una perspectiva tridimensional al estudiar una región desde los planos de referencia sagital, transversal y frontal.

Los términos *posición y orientación* describen la situación de un órgano con relación a otro, generalmente a lo largo de uno de los tres planos corporales principales.



PLANOS CORPORALES*

MEDIANO a

Plano que corre por la línea media y que divide el cuerpo en mitad derecha e izquierda.

SAGITAL b

Plano que divide el cuerpo en partes desiguales izquierda y derecha y es paralelo al plano mediano. Los términos interno o medial y externo o lateral se relacionan con este plano.

CORONAL, FRONTAL c

Plano que divide al cuerpo en partes anterior y posterior iguales o desiguales. Se utilizan los términos anterior y posterior en relación con este plano.

TRANSVERSAL, HORIZONTAL d

El plano horizontal divide al cuerpo en dos partes: la superior y la inferior (caudal). Las secciones transversales son perpendiculares al eje longitudinal del cuerpo o de otra estructura y no necesariamente horizontales.

ORIENTACIONES/ POSICIONES ANATÓMICAS*

CRANEAL, SUPERIOR e

Estos términos se refieren a una estructura que se encuentra más cerca de la cabeza o más arriba que otra, dentro del cuerpo.

CAUDAL, INFERIOR F

Estos términos se refieren a una estructura que se encuentra más cerca de los pies o más abajo que otra, dentro del cuerpo.

ANTERIOR, VENTRAL g

Estos términos se refieren a una estructura que se encuentra por delante de otra, dentro del cuerpo.

POSTERIOR, DORSAL h

Estos términos se refieren a una estructura que se encuentra por detrás de otra, dentro del cuerpo.

MEDIAL i

Este término se refiere a una estructura que se encuentra más cerca del plano mediano que otra, dentro del cuerpo.

LATERAL j

Este término se refiere a una estructura que se encuentra más alejada del plano mediano con respecto a otra, dentro del cuerpo.

PROXIMAL K

Se emplea solamente en relación a los miembros, este término se refiere a que una estructura se encuentra más cerca del plano mediano o de la raíz del miembro que otra dentro de éste. Tal estructura, por lo general, será superior con respecto a la otra.

DISTAL L

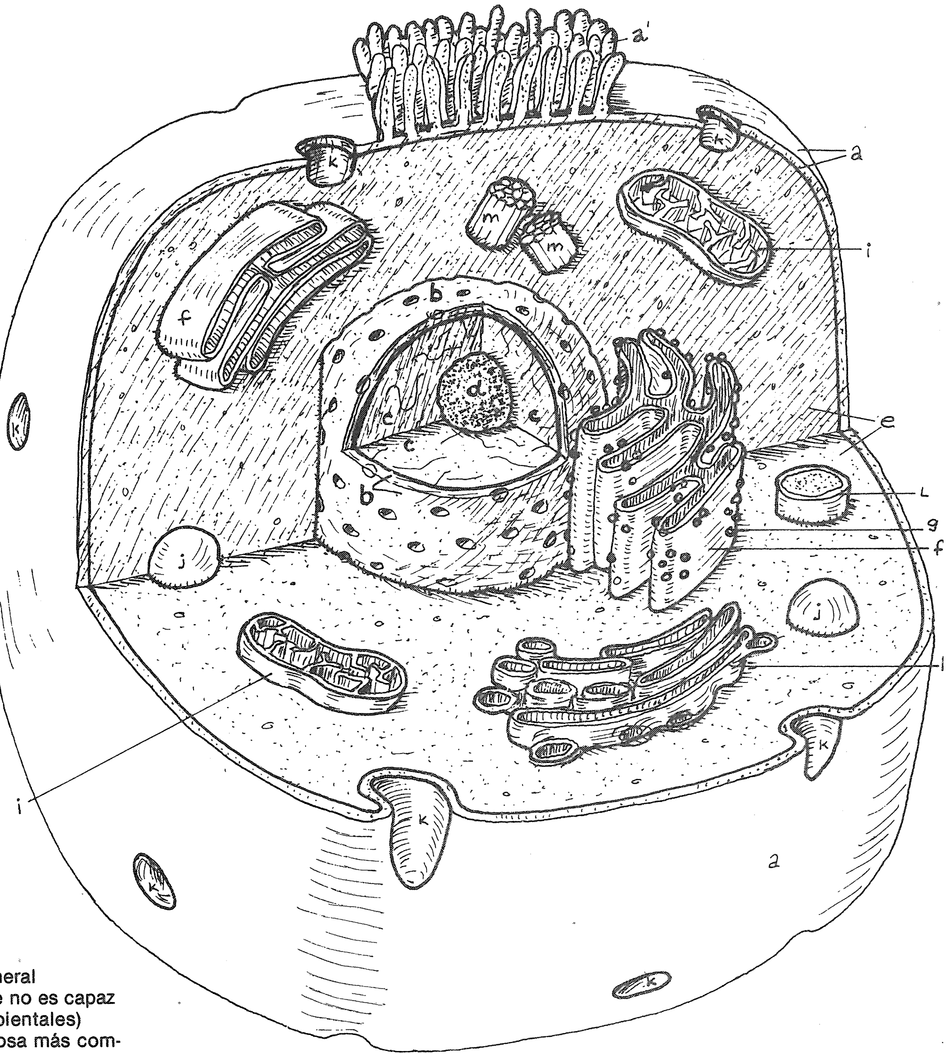
Se emplea únicamente en relación a los miembros, este término se refiere a una estructura que se encuentra más alejada del plano mediano o de la raíz del miembro, que otra dentro de éste. Tal estructura, por lo general, será inferior con respecto a la otra.

ORGANIZACIÓN DEL CUERPO
LA CÉLULA EN GENERAL*

NC 13

1. Mientras ilumina esta estructura, recuerde que la célula viviente se encuentra en movimiento: la membrana celular está ondulando dinámicamente mientras absorbe y elimina materiales y las vesículas se mueven a través del citoplasma. Esta ilustración muestra la célula en forma estática. Si la célula perteneciera a un organismo vivo, las vesículas de pinocitosis (k) desaparecerían en un segundo y aparecerían nuevas constantemente. Otras estructuras intracelulares más grandes probablemente no sufren modificaciones de manera tan significativa.
2. El retículo endoplásmico (f) se muestra dos veces, uno con ribosomas y otro sin ribosomas. Los ribosomas deben ser iluminados de un color más obscuro que el retículo endoplásmico, a fin de que contrasten.

MEMBRANA CELULAR a
MICROVELLOSIDADES a'
MEMBRANA NUCLEAR b
NÚCLEO c
NUCLEOLO d
CITOPLASMA e
RETÍCULO ENDOPLÁSMICO f
RIBOSOMAS g
APARATO DE GOLGI h
MITOCONDRIA i
VACUOLAS j
VESÍCULAS DE PINOCITOSIS k
LISOSOMA L
CENTRIOLOS m



La célula es la unidad fundamental de todos los seres vivos. Sus actividades constituyen lo que se puede llamar vida o proceso viviente. Se acepta de manera general que cualquier cosa menos compleja que una célula (que no es capaz de reproducirse, metabolizar y adaptarse a cambios ambientales) no es una célula y por lo tanto no está viva; cualquier cosa más compleja que una célula es una colección de células. El cuerpo humano está formado por células organizadas en tejidos y órganos, fibras de tejido conectivo (producto de las células), y líquido. El funcionamiento total del organismo es resultado de la función celular magnificada. La base de la enfermedad es el rompimiento del correcto funcionamiento de las células (ya sea que éste fuese causado por microorganismos, defectos heredados o lesión). Una célula está constituida de manera general por proteína (15%), lípidos (3%), carbohidratos (1%), ácidos nucleicos y minerales (1%) y agua (80%). Estos compuestos forman los componentes activos de una célula, los cuales se llaman organelos. Todas las células tienen una función básica: la producción de proteínas (para reparación, para trabajo celular, para ser secretadas etc). La mayoría de los organelos están involucrados en este proceso.

Núcleo: supervisa la actividad celular; consiste en material hereditario cubierto de proteína ADN (ácido desoxirribonucleico) en forma dispersa (cromatina) o condensada (cromosomas), el nucleolo y una membrana nuclear con poros. El ADN contiene todas las instrucciones para la actividad celular. El nucleolo produce ARN (ácido ribonucleico) parte del cual transporta las instrucciones del ADN a través de la membrana porosa del núcleo hacia el citoplasma.

Membrana Celular / Microvellosidades / Citoplasma: La construcción de la membrana celular es la misma que la de las membranas de varias estructuras. El citoplasma es la substancia fundamental de la célula excepto del núcleo, cuya substancia base es el nucleoplasma. La superficie libre de las membranas celulares proyecta en ocasiones unas prolongaciones en forma de dedos (microvellosidades), que ondulan dinámicamente. Estas aumentan la superficie de absorción de la célula, y proporcionan un mecanismo de recepción y excreción de material. Dentro del citoplasma existen:

Retículo endoplásmico: capas de vesículas aplanadas en las cuales se pueden transportar proteínas en diversos estadios de construcción. A menudo se encuentra tachonado de ribosomas (RE rugoso). Se cree que el RE liso está involucrado en la producción de moléculas esteroides (estrógeno, cortisol, etc.).

Ribosomas: son gránulos de ARN en donde se cree que se lleva a cabo la unión de las subunidades de las proteínas, propiamente dicha.

Aparato de Golgi: consiste en capas de vesículas aplanadas cuyos extremos se encuentran redondeados, dando la apariencia de un proceso de gemación de vesículas. Se cree que las proteínas son almacenadas y concentradas en este lugar, y son llevadas a través del citoplasma dentro de las vesículas redondeadas que brotan de los extremos.

Mitocondrias; estructuras forradas de membrana saturadas con sistemas complejos de enzimas cuyas actividades dan por resultado la producción de energía para el trabajo celular. También ocurre en este sitio la respiración celular (utilización de oxígeno y formación de bióxido de carbono y agua).

Vacuolas / Vesículas de pinocitosis: recipientes de varios compuestos que circulan a través de la célula; están forrados de membrana. Pueden fundirse con los lisosomas o incorporarse rápidamente a la membrana celular, la cual lanza su contenido al líquido extracelular (exocitosis). La introducción de líquidos y sólidos por el mismo mecanismo (endocitosis) se llama pinocitosis y fagocitosis (es literalmente una acción de comer y beber).

Lisosomas: son recipientes forrados de membrana que contienen enzimas, los cuales se fusionan con vacuolas que comprenden ciertos materiales extraños o desechos celulares y desintegran este contenido. Los materiales ya digeridos generalmente son arrojados al exterior a través de la membrana celular.

Centriolos: se trata de un par de cilindros a manera de barril que se cree producen los áster y el huso cromático a través del cual los cromosomas emigran a polos opuestos para la división celular.

El funcionamiento colectivo e integrado de estos organelos, dirigido por las instrucciones de los segmentos de ADN funcionante, es el responsable de la gran variedad de actividades celulares, incluyendo la contracción muscular, la conducción de impulsos electroquímicos a través de las células nerviosas, secreciones de las células epiteliales y formación de fibras de tejido conectivo que realizan las células productoras de fibra.

véase también 2

ORGANIZACIÓN DEL CUERPO DIVISIÓN CELULAR/ MITOSIS*

NC 10

1. Complete cada fase antes de pasar a la siguiente. El leer la porción adecuada del texto le ayudará a entender el significado de cada fase mientras ilumina. Las estructuras repetidas no se encuentran marcadas en todos los casos, simplemente ilumine del mismo color que lo hizo en la fase precedente.
2. Utilice los mismos colores que usó en la lámina de la célula en general para la membrana celular, la membrana nuclear, el nucleolo y los centriolos.
3. Los colores utilizados para las estructuras e-e^2 deben contrastar con los utilizados en f-f^2 de manera que se perciba mejor la forma en que se ordenan y se separan. Estos colores no reflejan diferencias en la calidad de los cromosomas/cromátides.
4. Le recomendamos que use un color gris para d y d^1 para que no haya confusión con las estructuras e-e^2 y f-f^2.
5. Puede iluminar una línea a través de las fibras del huso cromático (j) en vez de iluminar cada punto.

MEMBRANA CELULAR$_a$
MEMBRANA NUCLEAR$_b$
NUCLEOLO$_c$
CROMATINA$_{d^*}$/ CROMOSOMAS$_{d^{1*}}$
CROMÁTIDES$_e$/ CROMOSOMAS$_{e^1}$
CROMATINA$_{e^2}$
CROMÁTIDES$_f$/ CROMOSOMAS$_{f^1}$
CROMATINA$_{f^2}$
CENTRÓMEROS (CINETÓCOROS)$_g$
CENTRIOLOS$_h$
ASTER$_i$
FIBRAS DEL HUSO CROMÁTICO$_j$

Una característica vital de los seres vivientes es la de reproducirse; están compuestos por células y son ellas las que se reproducen, mediante un proceso de duplicación llamado mitosis. Algunas células se reproducen de una manera regular y constante (células del tejido epitelial y conectivo) y otras experimentan división sólo en circunstancias específicas, si es que alguna vez lo hacen (células nerviosas). La falta de crecimiento y división de algunas células constituye la atrofia (sin crecimiento). Las mitosis sin control constituyen el cáncer.

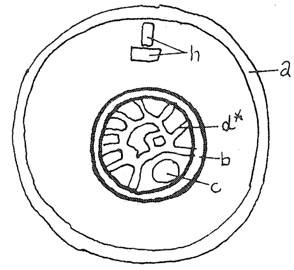
Los dibujos reflejan primariamente los cambios en el núcleo, ya que la importancia de la mitosis radica en la duplicación y subsecuente división del ADN, el material genético. La mitosis ocurre de manera general, en forma rápida, o en cuestión de minutos. El período que transcurre entre divisiones sucesivas se llama *interfase*. Es durante este período, que el ADN (en la cromatina) se duplica en preparación para la siguiente mitosis. Los cambios observados en el núcleo, durante la división celular se describen por fases:

Profase: la *cromatina dispersa* (d*) empieza a engrosarse, se acorta y enrolla sobre sí misma, formando la cromatina condensada o *cromosomas* (d^{1*}). Existen 46 de éstos. Cada cromosoma (para simplificar, sólo se muestran 4) consiste de 2 *cromátides* (e y f) conectadas por un *centrómero* (g). Cada cromátide tiene el equivalente de ADN de un cromosoma, y será llamado cromosoma en la anafase, como se verá más adelante. Nótese al iluminar, que una cromátide (e) de cada uno de los 4 cromosomas está destinada para una *célula hija*, y la otra (f) es destinada a la otra célula hija. Conforme termina la profase, desaparece el *nucleolo* y se disuelve la *membrana nuclear*. En el citoplasma, habiéndose duplicado en la interfase, los dos pares de *centriolos* proyectan *ásteres* de microtúbulos; los pares se dirigen hacia polos opuestos de la célula en división.

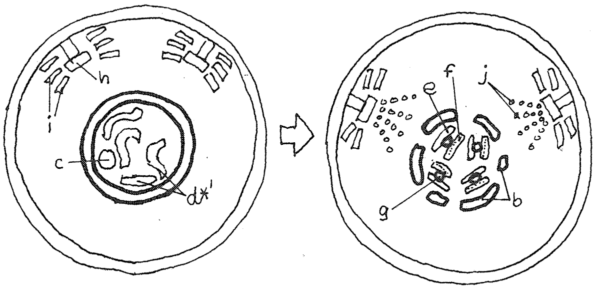
Metafase: en esta fase se proyectan a través del centro de la célula cordones de microtúbulos (*fibras del huso cromático*) que van de un centriolo al otro. Se empiezan a agrupar los 46 pares de cromátides con sus centrómeros (se muestran sólo 4 en la ilustración) unidos a las fibras del huso cromático en el centro de la célula.

Anafase: Los centrómeros se dividen, cada centrómero hijo unido a una de las dos cromátides. Las cromátides ya no se encuentran unidas en pares. Y ahora ya pueden llamarse *cromosomas* propiamente dichos (e^1, f^1), y ya existen 46 de ellos que son atraídos a cada uno de los polos de la célula en división, por los centrómeros. (Aquí se muestran 4 de ellos yendo a cada uno de los polos). La anafase termina cuando los nuevos cromosomas hijos llegan a sus respectivos polos.

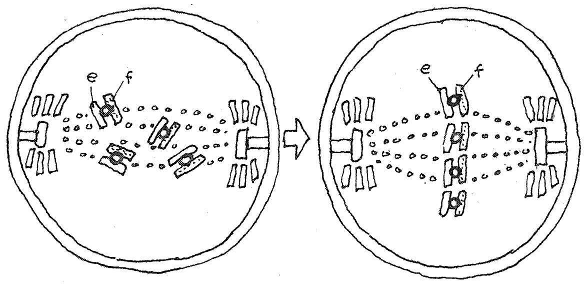
Telofase: el citoplasma empieza a hendirse, constriñendo a la célula en división para formar dos células nuevas. En cada nueva célula se reconstituye el nucleolo y la membrana nuclear. Los cromosomas empiezan a dispersarse conforme desaparecen los centrómeros. Los organelos citoplásmicos son segregados en las dos células hijas conforme se completa la división del citoplasma. Las células hijas, como antes que ellas su "célula madre", permanecerán en interfase hasta que llegue su "hora".



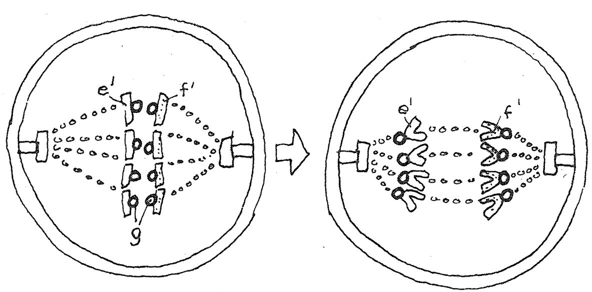
INTERFASE*



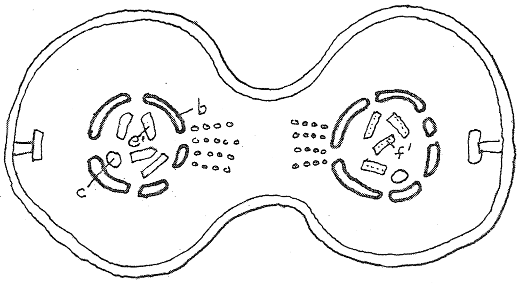
PROFASE*



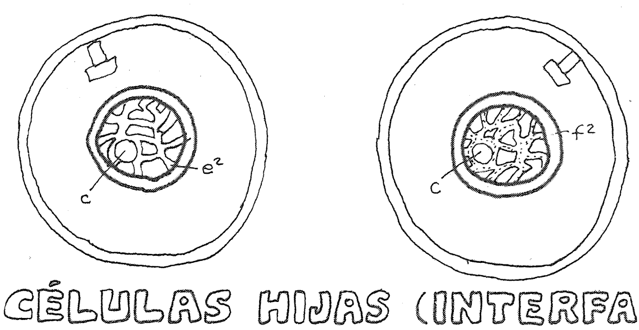
METAFASE*



ANAFASE*



TELOFASE*



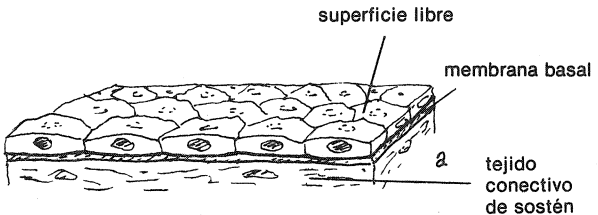
CÉLULAS HIJAS (INTERFASE)*

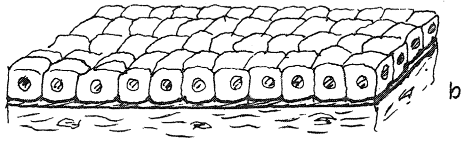
ORGANIZACION DEL CUERPO TEJIDOS/ EPITELIO*

NC 7

1. Ilumine cada bloque de tejido por arriba de la membrana basal. Ilumine a través de todas las células que forman el bloque.
2. Nótese que dos de los títulos deben ser iluminados en gris obscuro o negro.
3. No debe colorearse la concavidad de la glándula exocrina ni el capilar de la endocrina.

Las células del cuerpo están organizadas en cuatro tejidos fundamentales: el epitelial, el conectivo, músculo y tejido nervioso. Los *tejidos epiteliales* cubren *todas* las superficies del cuerpo: la piel, cavidades, ductos, vasos; pueden ser de una sola capa (simple) o de varias capas (estratificado). Sus nombres derivan de la forma de la célula de la superficie libre. Las células de un tejido están unidas por la membrana basal y fibras intercelulares. Estos tejidos reciben su alimento por difusión, ya que no tienen vasos sanguíneos.





EPITELIO DE RECUBRIMIENTO.

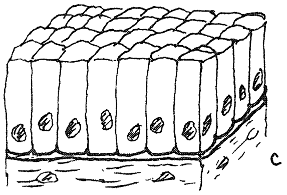
SIMPLE (UNA CAPA)*

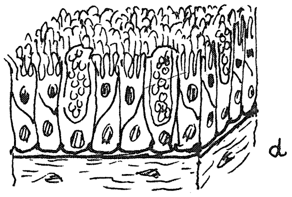
ESCAMOSO_a

CUBOIDAL_b

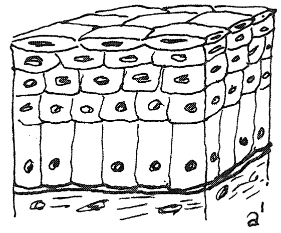
COLUMNAR_c

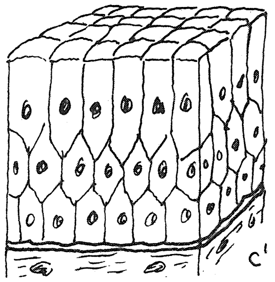
COLUMNAR PSEUDOESTRATIFICADO CON CILIOS Y CÉLULAS CÁLIZ_d





El epitelio *simple escamoso* recubre todos los vasos sanguíneos y linfáticos, incluyendo el corazón, los alveolos pulmonares y ciertos túbulos renales. La filtración y difusión ocurren de manera rápida en esta fina capa epitelial. Las células *cuboidales y columnares* recubren las glándulas y el tubo digestivo, y están involucradas en la absorción y secreción. El tejido *columnar pseudoestratificado* recubre el árbol respiratorio. Sus glándulas secretan moco, y los cilios impulsan el moco cargado de contaminantes hacia la faringe.





ESTRATIFICADO (VARIAS CAPAS)*

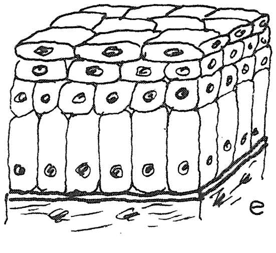
ESCAMOSO_{a'}

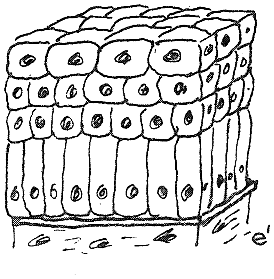
COLUMNAR_{c'}

TRANSICIONAL DISTENDIDO_e

CONTRAÍDO_{e'}

El epitelio *plano estratificado* recubre la piel, la cavidad oral, gran parte de la faringe, esófago, vagina y canal anal. Protege contra el uso y roce constantes. El *columnar estratificado* se puede observar en el tracto reproductivo. El *epitelio transicional* se encuentra en la vejiga urinaria, ureteros y riñón. Es capaz de contracción en respuesta a los cambios de volumen urinarios.

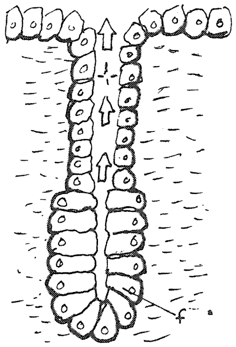




EPITELIO GLANDULAR.

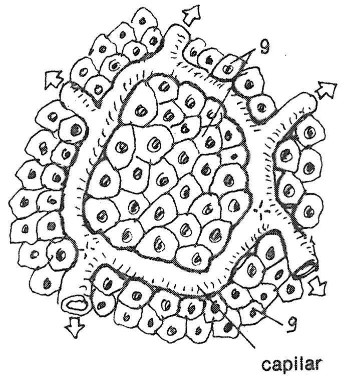
GLÁNDULA EXÓCRINA_f

Las *glándulas exócrinas* sobresalen de los tejidos epiteliales. Generalmente secretan enzimas, moco o líquido seroso. Se caracterizan por ductos que se abren hacia la superficie libre de una cavidad o de la piel. Ejemplos: sebáceas, sudoríparas, mamarias, pancreáticas. Las porciones secretorias pueden tener diversas formas (tubular, enrollada, alveolar; con uno o varios conductos).



GLÁNDULA ENDÓCRINA_g

Las *glándulas endócrinas* surgen como las exócrinas, pero pierden sus conductos durante el desarrollo. Están íntimamente relacionadas con capilares, los cuales conducen y distribuyen sus productos de secreción. Ejemplos: tiroides, hipófisis, adrenal.



ORGANIZACIÓN DEL CUERPO
TEJIDOS/ TEJIDO CONECTIVO* (PARTE 1)

LÁMINA 5

véanse también 8, 9, 48

NC 16

1. El fondo (matriz, substancia base) de cada tejido debe dejarse en blanco excepto en los casos de cartílago hialino y elástico en los cuales la matriz (p) debe iluminarse de un color azul pálido.
2. Las gotas de lípido (h) de las células grasas deben iluminarse de color amarillo. Las fibras elásticas deben ir de color negro.
3. Los tejidos conectivos óseo y sanguíneo se presentan en las láminas 9 y 48.

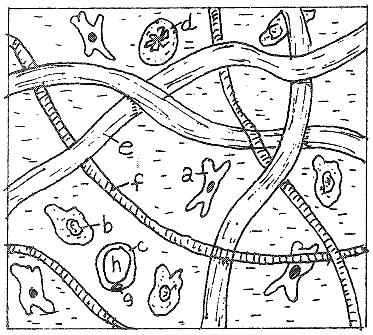
Las diversas variedades de *tejido conectivo* (sanguíneo, tejido conectivo propiamente dicho y tejidos de sostén del cartílago y hueso) sirven para sostener, conectar y unir las estructuras del cuerpo. Todos los tejidos epiteliales, cada célula muscular, cada vaso, cada nervio periférico, hasta el último axón, está envuelto con fibras de tejido conectivo. Cada hueso del cuerpo y todas las articulaciones entre ellos están consti- s de tejido conectivo. Los componentes del tejido conectivo son s básicamente los mismos: células y fibras dentro de una substan- base o matriz. La conformación de la matriz a base de carbohidratos y proteínas, aparece a nivel microscópico sin estructura organizada (amorfa). La relación entre el número de células y las fibras y/o la densidad de la matriz determinan los tipos de tejido conectivo. Por ejemplo, la sangre/linfa tiene una densidad líquida con muchas células y sin fibras. El hueso, por otra parte, tiene densidad pétrea con una matriz mineralizada, pocas células y muchas fibras. En todos los tejidos conectivos, excepto en el caso del cartílago, hay muchos vasos sanguíneos y procesos nerviosos y tal vez también algunos vasos linfáticos. Ellos no se muestran en estas láminas.

Los dibujos semiesquemáticos que se iluminarán aquí son imágenes de varios tejidos conectivos con un aumento de 200-500 de su tamaño natural. Es necesario utilizar un microscopio para visualizar tales estructuras, y los tejidos generalmente son teñidos (coloreados) con tintes especiales para diferenciar una estructura de otra. Un corte de tejido no teñido, tomado del cuerpo, aparecería incoloro, los bordes estarían difusos y sería muy difícil apreciar el detalle de la estructura.

TEJIDO CONECTIVO PROPIAMENTE DICHO.

LAXO, AREOLAR*

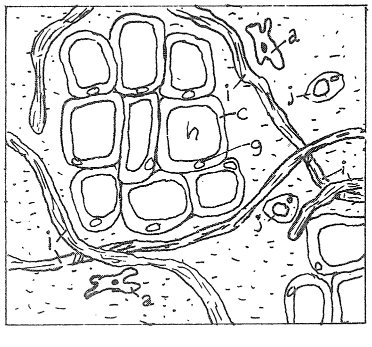
FIBROBLASTOS a
MACRÓFAGOS b
CÉLULAS GRASAS c
CÉLULAS PLASMÁTICAS d
FIBRAS DE COLÁGENA e
FIBRAS ELÁSTICAS f



El tejido conectivo laxo se caracteriza por una matriz viscosa, gran número de células de diversos tipos y fibras dispuestas en forma irregular y suelta. Las células de este tejido incluyen *fibroblastos* (los cuales secretan la colágena y las fibras elásticas), *macrófagos* (los que ingieren bacterias, detritus celulares y otros materiales extraños), *células grasas* (las que almacenan grasa), y *células plasmáticas*, linfocitos y otras células de la fórmula blanca (todas las cuales defienden al organismo contra la invasión de microorganismos y otras materias extrañas). La matriz líquida proporciona un vehículo en el que las células pueden moverse de un lugar a otro dentro del tejido laxo areolar. Las fibras (que constituyen la mayor parte de la masa del tejido) consisten en cadenas de proteínas que poseen una gran fuerza de tensión (*colágena*) o una flexibilidad inherente con capacidad para enrollarse sobre sí mismas (*elastina*). El tejido conectivo laxo se encuentra bajo la piel como la fascia superficial, como sostén del epitelio visceral del cuerpo y cavidades, llenando los espacios virtuales en toda la pared del cuerpo y los miembros.

ADIPOSO*

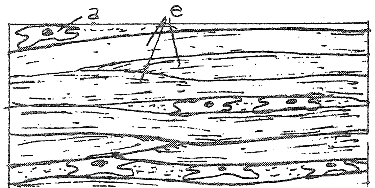
CÉLULAS GRASAS c
NÚCLEO g
GOTA DE GRASA h
FIBRAS RETICULARES i
CAPILARES j



El *tejido adiposo* (células grasas) es un tejido metabólicamente activo que almacena grasa (un tipo de lípido) y la libera en respuesta a una variedad de estímulos nerviosos y hormonales. Este papel de almacén de energético potencial para funciones metabólicas es muy importante. Las células grasas también son capaces de convertir carbohidratos en grasa. El tejido adiposo se encuentra en la superficie de ciertas vísceras, en membranas serosas, en la médula ósea y en el tejido conectivo laxo (especialmente en la fascia superficial bajo la piel). Además de su papel metabólico, el tejido adiposo actúa como un aislante (ayudando a mantener la temperatura corporal) y un acojinamiento protector en ciertas áreas.

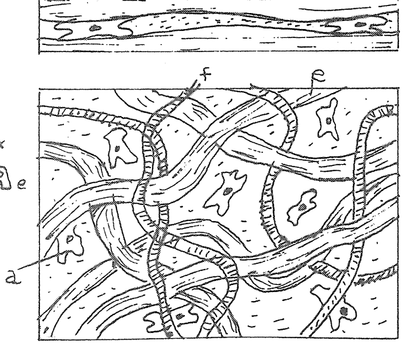
TEJIDO FIBROSO DENSO REGULAR*

FIBRAS DE COLÁGENA e
FIBROBLASTOS a



TEJIDO FIBROSO DENSO IRREGULAR*

FIBRAS DE COLÁGENA e
FIBROBLASTOS a
FIBRAS ELÁSTICAS f



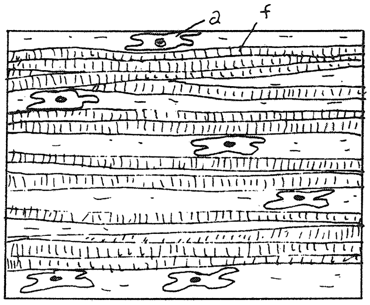
Los *tejidos fibrosos densos* están formados por masas de fibras colágenas arregladas en un patrón paralelo (*regular*) o entretejidas en una densa red (*irregular*). Los fibroblastos se encuentran dispersos entre las fibras. El tejido fibroso de patrón regular tiene una gran fuerza de tensión (resistencia a estiramiento) y forma los ligamentos y tendones. El tejido fibroso irregular encapsula ciertos órganos, cartílago, hueso y sostiene la capa epitelial de la piel (la dermis). Existe un movimiento celular muy restringido entre estas densas masas de fibras.

ORGANIZACIÓN DEL CUERPO
TEJIDOS/ TEJIDO CONECTIVO* (2)

véanse también 8, 9, 47

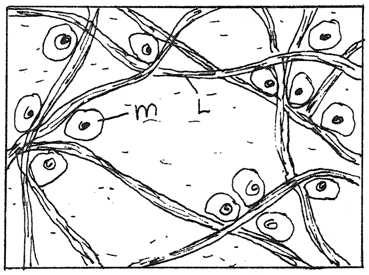
TEJIDO CONECTIVO PROPIAMENTE DICHO.

ELÁSTICO*
FIBRAS ELÁSTICAS f
FIBROBLASTOS a



Los tejidos elástico y reticular, como el adiposo y otros que no se muestran (pigmentario, embriónico) son especializaciones del tejido conectivo común (propiamente dicho). El *tejido elástico* consiste en ondas de fibras elásticas orientadas en forma paralela con unos cuantos fibroblastos aquí y allá. Este tejido se encuentra en las paredes de las arterias, algunas venas, tejido eréctil y alveolos pulmonares; en algunos ligamentos, y como fibras aisladas, en el tejido conectivo laxo.

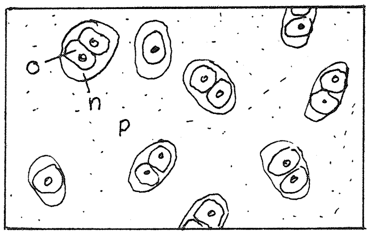
RETICULAR*
FIBRAS RETICULARES L
CÉLULAS DEL ÓRGANO m



Las *fibras reticulares* son, de hecho, fibras colágenas muy pequeñas en un arreglo laxo e irregular las cuales sirven de sostén a tejidos delicados como el hepático, las células del tejido linfático y la médula ósea.

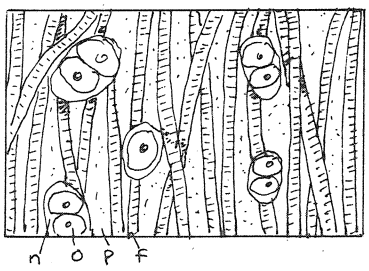
TEJIDOS DE SOSTÉN.
CARTÍLAGO*

HIALINO*
LAGUNA n
CONDROCITO o
MATRIZ p



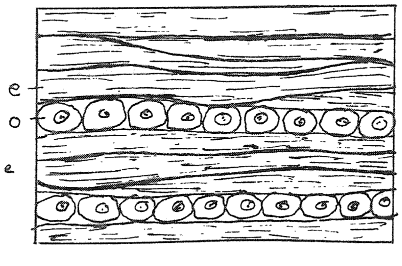
El *cartílago* consiste en una matriz orgánica gelatinosa en la cual se encuentran implantadas fibras colágenas de endurecimiento y las células secretoras de la matriz (condrocitos). La mezcla resultante forma un tejido sólido que soporta el peso y además es flexible. Las células, a menudo en pares, se encuentran en espacios menos densos de la matriz (lagunas), a través de las cuales se nutren por difusión. A diferencia de otros tejidos conectivos, el cartílago no tiene vasos sanguíneos (avascular) excepto en la cubierta fibrosa que lo rodea. El cartílago *hialino* recubre los extremos de los huesos, forma parte de la estructura de la nariz, así como de la parrilla costal, y es el soporte principal de la laringe. La estructura interna del feto es en su mayor parte cartílago hialino que posteriormente resulta reemplazado por el esqueleto óseo.

ELÁSTICO*
LAGUNA n
CONDROCITO o
FIBRAS ELÁSTICAS f
MATRIZ p



El cartílago *elástico* es simplemente cartílago hialino con fibras elásticas y se encuentra en la epiglotis y en el oído externo.

CARTÍLAGO FIBROSO
CONDROCITO o
FIBRAS DE COLÁGENA e



El *cartílago fibroso*, que se encuentra rodeado de matriz y dentro de un tejido colágeno denso, se encuentra entre los cuerpos vertebrales (discos), la articulación interpúbica, y en áreas de cápsulas articulares y ligamentos relacionados con ellas.

ORGANIZACIÓN DEL CUERPO
TEJIDOS/ TEJIDO MUSCULAR*

LÁMINA 7

véanse también 24, 47

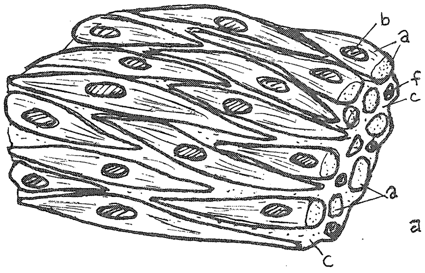
NC 8

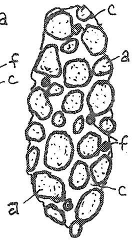
1. Nótese la presencia de tejido conectivo (c) rodeando las fibras musculares de cada tipo. Estas últimas han sido separadas unas de otras para mostrar el tejido conectivo. Se sugiere utilizar colores claros para colorear el tejido conectivo y que esto sea hecho antes de iluminar las células musculares de color más obscuro.
2. Utilice colores obscuros para los núcleos (b) y los discos intercalados (e).
3. Ilumine los capilares de color rojo (f), los cuales se muestran en los 3 dibujos aunque sólo se titulen una vez (en el músculo cardiaco).

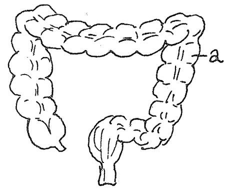
Tejido muscular, consiste en grupos de células musculares (fibras) y sus cubiertas fibrosas, y se caracteriza por su habilidad de acortarse, hasta cerca de un tercio de su longitud en reposo, en respuesta a estimulación nerviosa o estimulación hormonal. Estructural y funcionalmente, pueden identificarse tres tipos de fibras musculares. El tejido conectivo que recubre las fibras musculares sirve de soporte a los nervios y vasos sanguíneos que irrigan el músculo, así como las fibras mismas. El tejido muscular es muy vascularizado, ya que la contracción muscular requiere de gran cantidad de oxígeno que es transportado por los eritrocitos.

VISCERAL/ LISO*

CÉLULAS DEL MÚSCULO LISO$_{a}$
NÚCLEO$_{b}$
TEJIDO CONECTIVO$_{c}$



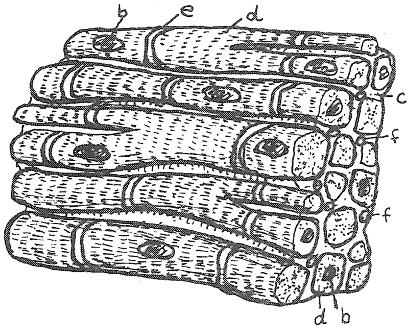


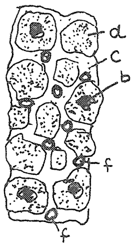


Las células de *músculo liso* son largas y en forma de huso, poseen un núcleo central (liso) y no tienen estrías transversales. Se encuentran en la pared de los órganos con cavidades (vísceras) y sirve para impulsar el material a lo largo de la cavidad. Entre tales vísceras se encuentran los ductos urinarios, respiratorios y reproductivos, vasos sanguíneos y tracto gastrointestinal. La acción del músculo liso se caracteriza generalmente por contracciones lentas, sostenidas y rítmicas, como puede apreciarse en los cólicos menstruales (musculatura uterina) y en los cólicos gástricos. La mayoría de los músculos lisos se contraen en respuesta a una estimulación hormonal o nerviosa. Su contracción generalmente no se encuentra bajo el control de la voluntad.

CARDIACO/ ESTRIADO*

CÉLULAS CON ESTRIACIONES$_{d}$
DISCOS INTERCALADOS$_{e}$
CAPILARES

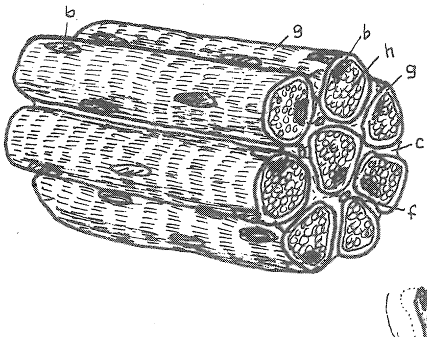


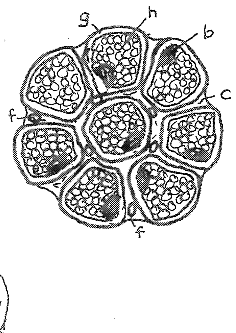


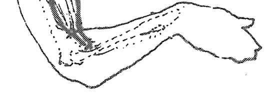
Las células del *músculo cardiaco* se caracterizan por estrías transversales, uniones definidas entre las células (discos intercalados), núcleos en posición central y fibras que se dividen (bifurcadas) como puede verse en el dibujo. Las paredes cardiacas están formadas por capas de fibras musculares cardiacas entrelazadas. Las fibras musculares no se regeneran bien. Al presentarse una obstrucción en un vaso principal que nutre al músculo cardiaco, el tejido muscular muere y es reemplazado por tejido de cicatrización (fibroso) antes de que el músculo que lo rodea pueda regenerarse. El músculo cardiaco se contrae (late) espontáneamente en asociación con células musculares especiales conductoras de impulsos; no requieren de nervios para *iniciar* una contracción. Normalmente, el ritmo cardiaco (de contracción) no se encuentra bajo control voluntario ya que son los nervios autónomos (involuntarios) los que *regulan* (no inician) el ritmo cardiaco.

ESQUELÉTICO/ ESTRIADO*

SARCOLEMA (MEMBRANA CELULAR)$_{g}$
MIOFIBRILLAS$_{h}$







Las células del músculo esquelético, estriado son largas, cilíndricas y multinucleadas. En la lámina 24 puede observarse su ultraestructura y sus envolturas fibrosas. Los músculos esqueléticos dan forma al cuerpo (véase la lámina 46). Generalmente se insertan en los huesos y al hacerlo cruzan una articulación (lámina 22). La contracción muscular mueve uno de los huesos que forman tal articulación. Así, el esqueleto se vuelve móvil. El músculo esquelético se caracteriza por contracciones de corta duración, pero de gran fuerza; requiere de impulsos nerviosos (inervación) para funcionar. De hecho, depende metabólicamente de su inervación, ya que al cortar el nervio se causa atrofia y muerte del músculo; posteriormente el músculo muerto será reemplazado por tejido conectivo. El músculo esquelético se encuentra bajo el control de la voluntad.

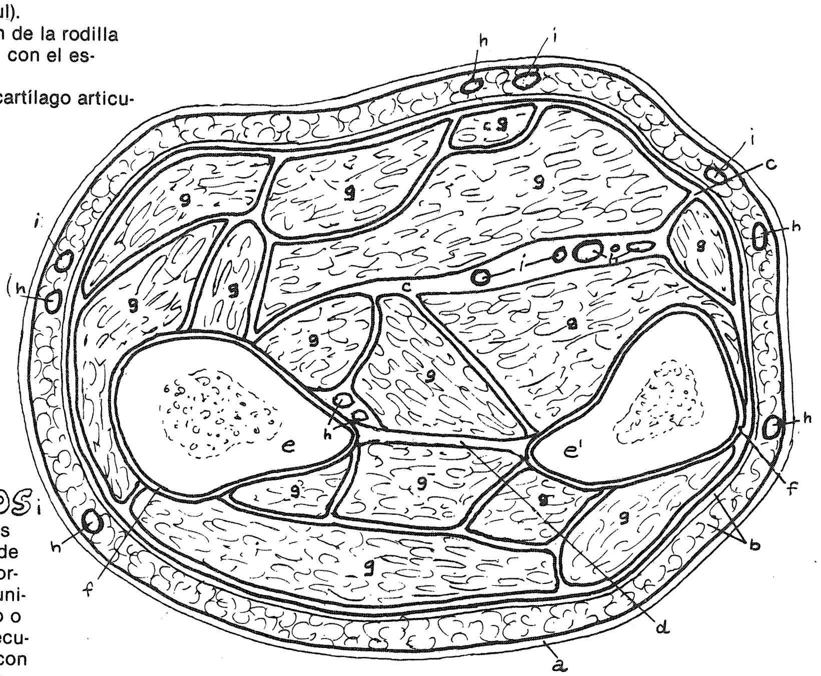
SISTEMA ESQUELÉTICO/ INTEGRACIÓN DEL ESQUELETO*

LÁMINA 8

véase también 22

NC 9 ó 18

1. Ilumine las estructuras del antebrazo que se muestran en sección transversal. Se recomienda que utilice color café para los músculos. Los vasos (h) de la fascia superficial son todos venas, por lo que deben iluminarse de color azul. Los vasos de la fascia profunda incluyen tanto arterias como venas (rojo y azul).
2. Ilumine los ligamentos, tendones y el periostio de la articulación de la rodilla que se muestra abajo. No es necesario que los colores concuerden con el esquema de arriba.
3. Ilumine el periostio (f) de color café claro o amarillo. Ilumine el cartílago articular (t) de color blanco o azul pálido.



CORTE TRANSVERSAL A TRAVÉS DE UN ANTEBRAZO IDEALIZADO

FASCIAS*

PIEL a

FASCIA SUPERFICIAL b

FASCIA PROFUNDA c

MEMBRANA INTERÓSEA d (LIGAMENTO) d

HUESOS: RADIO e Y CÚBITO e'

PERIOSTIO f

MÚSCULO g

VASOS SANGUÍNEOS h Y NERVIOS i

La mayor parte de la masa corporal es tejido conectivo en una o más formas: fibroso, cartilaginoso, óseo, adiposo, etc. La unidad básica de estos tejidos es la fibra: una proteína secretada por las células en forma de filamentos. Son estas fibras de colágena las que mantienen unido al cuerpo formando una estructura "unicorporal". En el antebrazo o la pierna, por ejemplo, los *huesos* son el principal sostén, y están recubiertos en su mayor parte por *periostio* fibroso, el cual se continua con la *fascia profunda*. Esta fascia es un recubrimiento delgado y fibroso para el *músculo esquelético*, que le da sostén y asegura en su trayecto a los *vasos y a los nervios*. Sus fibras se extienden hacia el interior de la masa muscular sirviendo de sostén a pequeños haces musculares. En el espacio entre los dos huesos de los miembros, las fibras se condensan en un arreglo paralelo para dar una unión segura entre los mismos. Esta es la *membrana interósea* o ligamento. La *fascia superficial* es una capa fibrosa llena de grasa de espesor variable localizada en lo profundo de la piel. Representa una fuente de energía en momentos difíciles y actúa como un aislante para los tejidos más profundos. También permite que la piel tenga cierta movilidad sobre la fascia más profunda que recubre a los músculos (mueva la piel que se encuentra sobre el dorso de la mano para comprobarlo). La fascia superficial también añade forma al cuerpo, ya que su contenido en grasa (y por lo tanto su grosor) está sujeto a influencia hormonal, y su distribución varía de manera más o menos predecible en cada sexo.

LIGAMENTOS*

LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.

LIGAMENTO LATERAL EXTERNO j

LIGAMENTO LATERAL INTERNO k

CÁPSULA ARTICULAR PERONEOTIBIAL l

LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR m

LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR n

LIGAMENTO TRANSVERSO DE LA RODILLA o

LIGAMENTO ROTULIANO p

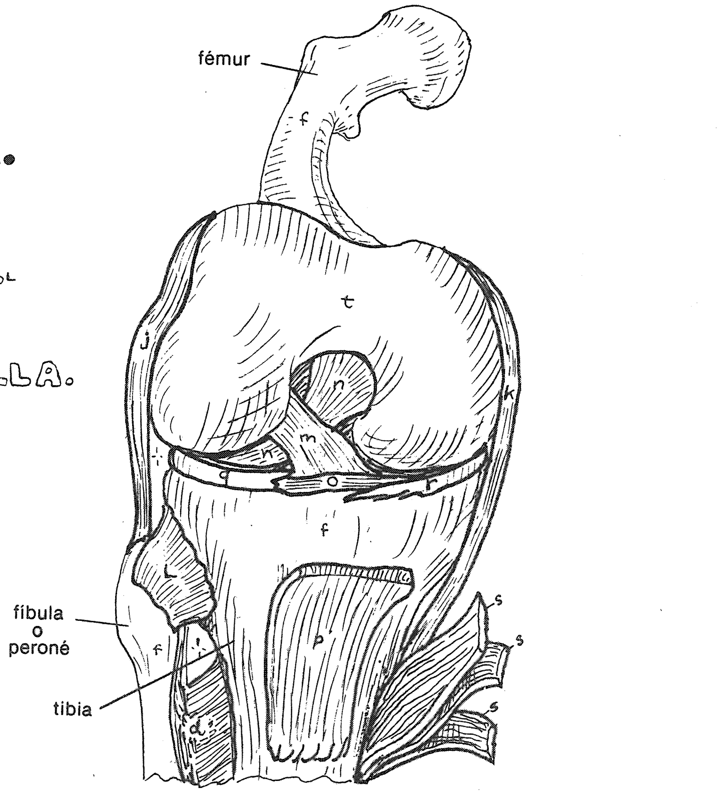
MENISCO LATERAL q

MENISCO MEDIAL r

TENDONES MUSCULARES s

CARTÍLAGO ARTICULAR t

Los ligamentos, tendones y cápsulas fibrosas son grupos de fibras de tejido conectivo dispuestos en una construcción paralela, que les otorga gran fuerza y movimientos restringidos. Los *ligamentos* unen un hueso al otro. Los *tendones* son las terminaciones fibrosas de los músculos esqueléticos. Emergen de la fascia profunda y de las fibras que recubren los haces de células musculares. Las *cápsulas fibrosas* rodean las cavidades de las articulaciones y se continúan con los ligamentos y tendones que la refuerzan o se insertan en ella. En el caso de la rodilla y otras articulaciones, la cavidad que recibe al cóndilo redondeado es a menudo inadecuada, y su perímetro aumenta a base de discos cartilaginosos (meniscos), gruesos en la periferia, muy delgados en el centro. Nótense los *ligamentos cruzados*: resisten movimiento excesivo y el deslizamiento de un hueso sobre el otro. Lar articulaciones sinoviales deben dar libre movimiento dentro de los límites de su estructura ósea; los ligamentos, tendones y cápsulas articulares garantizan esta libertad de movimiento dando seguridad contra ruptura y dislocaciones.



ARTICULACIÓN DE LA RODILLA EXPUESTA DESDE SU PARTE ANTERIOR

La rótula (patela) y la cápsula articular anterior han sido retiradas y la articulación se encuentra flexionada.

SISTEMA ESQUELÉTICO
ANATOMÍA DE UN HUESO*

LÁMINA 9

véanse también 8, 15, 20

NC 7

1. Ilumine las diferentes estructuras de este hueso largo (húmero).
2. Deberá utilizar color rojo para el hueso trabeculado (e) y para la arteria nutricia (h).
3. La epífisis (a) y la diáfisis (b) están representadas por un diagrama a la derecha del esquema, y deben ser iluminados en éste.

Los *huesos* son el armazón de soporte (esqueleto) del cuerpo. El hueso es el tejido vivo más duro que existe, se trata de tejido conectivo que consiste en una red de fibras y células (35 por ciento de su peso) impregnado de sales de calcio. Los huesos se encuentran unidos entre sí por las articulaciones y hacen así posible el movimiento, proveen de lugares de inserción al músculo esquelético, son una fuente de iones de calcio para la sangre y forman células sanguíneas; pueden ser largos (como el que aquí se muestra), cortos, planos o irregulares. Los largos son los responsables de la estatura y reflejan más drásticamente el fenómeno del crecimiento.

EPÍFISIS (EXTREMO)$_a$ DISCO EPIFISIARIO$_{a'}$

La *epífisis* es el extremo de un hueso largo; en su mayor parte se encuentra constituida por hueso trabecular y está recubierto por cartílago articular. Se encuentra separada de la diáfisis por una lámina de cartílago que es de espesor variable durante los primeros 20 años de vida. La mayoría de los huesos se forman a partir de modelos de cartílago. El desarrollo del hueso ocurre en la epífisis y en la diáfisis y avanza lentamente hacia el cartílago de los extremos. El cartílago va adelgazándose hasta figurar una línea, para desaparecer al final, cuando se encuentren los centros diafisiario/epifisiario (lo que marca el fin del crecimiento óseo).

DIÁFISIS (CUERPO)$_b$

La *diáfisis* es el cuerpo de un hueso largo. Está constituida por hueso compacto con una cavidad central. Es resistente a fuerzas que tratan de doblarlo. El disco epifisiario la separa de la epífisis. El hueso compacto se desarrolla justo antes de que se realice el reemplazo de cartílago por hueso en el interior del cuerpo. Ofrece sostén al hueso en desarrollo durante la formación de la cavidad central (medular).

CARTÍLAGO ARTICULAR$_c$

La única evidencia del pasado cartilaginoso del hueso adulto que persiste es el *cartílago articular*; liso y exangüe, es mantenido húmedo con un líquido que tiene el mismo aspecto que (a) clara de huevo proveniente del recubrimiento sinovial de la cavidad articular. Los huesos de una articulación sinovial se encuentran en contacto físico a nivel de sus extremos cartilaginosos.

PERIOSTIO$_d$

El *periostio* es una membrana fibrosa, celular, vascular y sostén vital altamente sensitivo del hueso, proveedor de sangre nutricia para las células óseas y fuente de células para el desarrollo óseo durante el crecimiento o después de una fractura. No recubre el cartílago articular.

HUESO TRABECULADO (ESPONJOSO)$_e$
MÉDULA ROJA$_e$

El hueso *trabeculado*, que consiste en numerosas astillas pequeñas que forman una armadura en forma de celosía capaz de reorientación, resiste el peso y los cambios posturales, así como el desarrollo muscular. La *médula roja* llena los espacios que quedan entre las astillas de ciertas epífisis óseas y otros lugares. Consiste en masas de células sanguíneas rojas y blancas, maduras y en desarrollo, a las que brindan sostén fibras finas y laxas.

HUESO COMPACTO$_f$

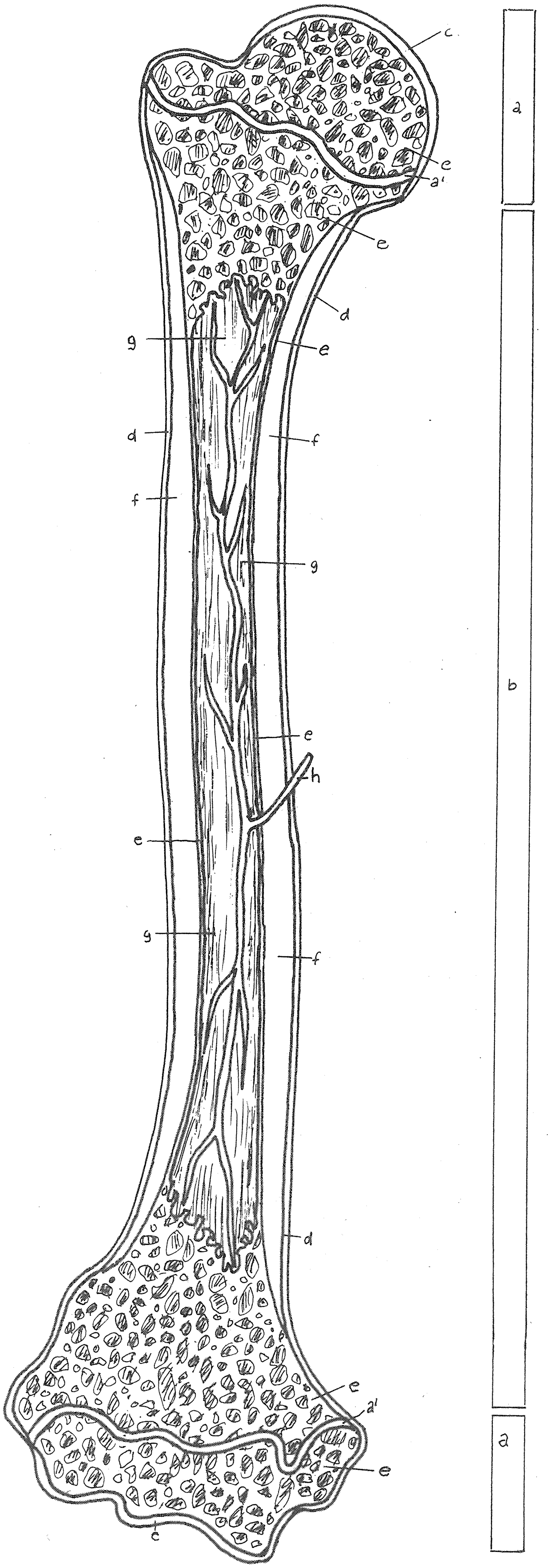
El hueso *compacto* de la diáfisis consiste en patrones repetidos de hueso sólido, organizado en capas concéntricas. La sangre que lo nutre llega al hueso por un sistema de canales integrados. El hueso trabecular resulta demasiado poroso como para que refleje este arreglo regular.

CAVIDAD MEDULAR$_g$
MÉDULA AMARILLA$_g$

La *cavidad medular* de la diáfisis sirve para disminuir el peso del hueso y proveer de espacio para la médula ósea. Despues de la infancia, disminuye en gran parte la producción de células sanguíneas por la médula del mango; tales células son reemplazadas por grasa, que es de color amarillo.

ARTERIA NUTRICIA$_h$

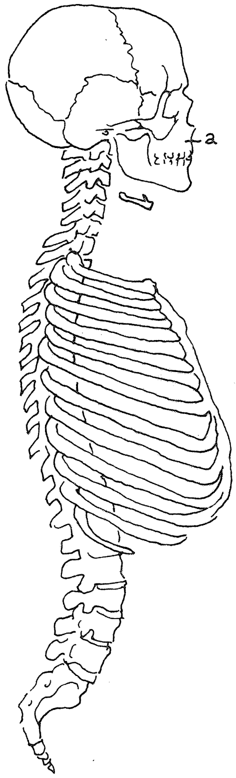
Cada hueso largo contiene un tunel oblicuo en el mango que sirve de conducto a la *arteria nutricia*, la cual entra a la cavidad medular y se ramifica irrigando al mango. Las arterias de las epífisis generalmente emergen de la cápsula articular.

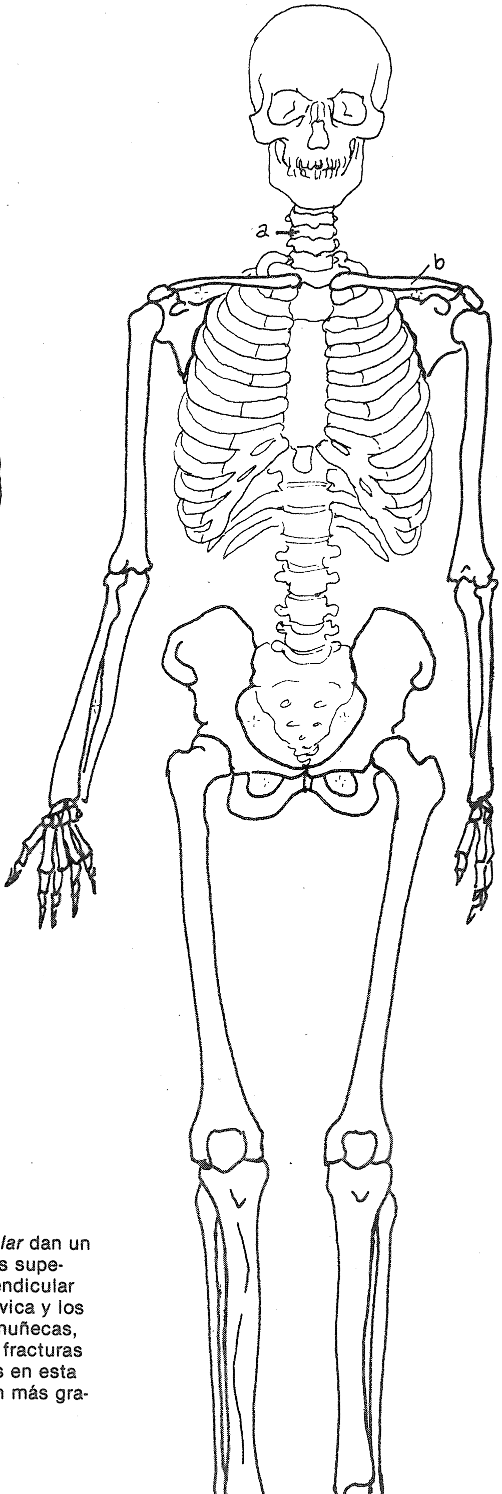


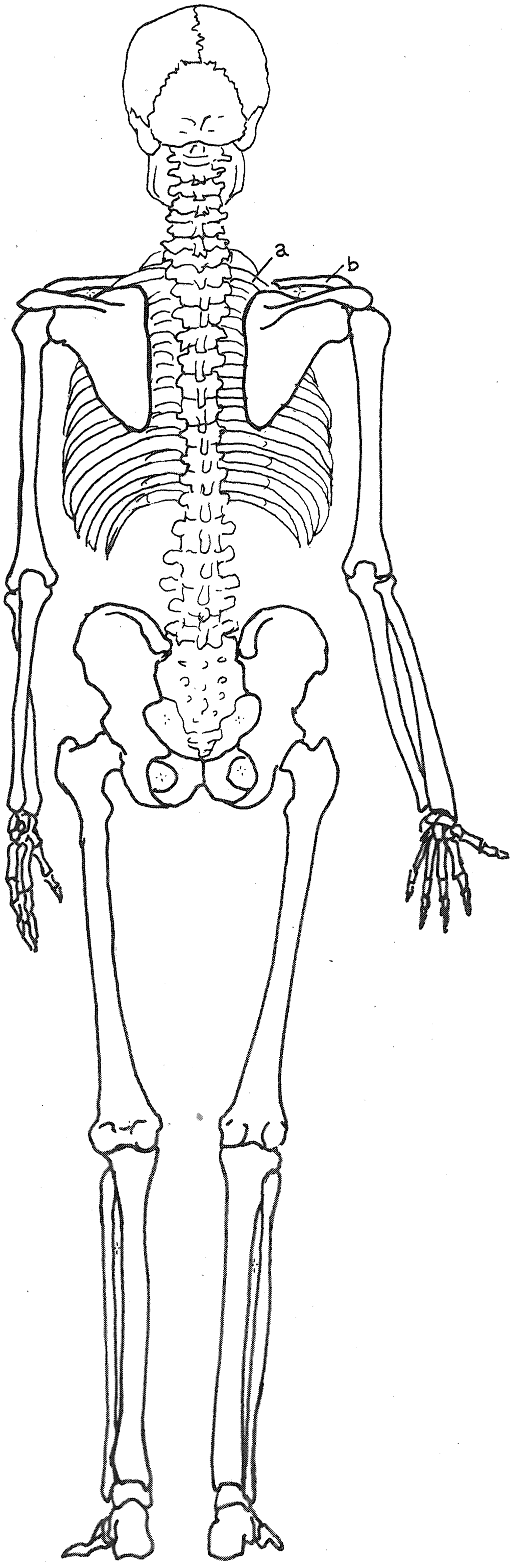
SISTEMA ESQUELÉTICO/ CLASIFICACIÓN* AXIAL a Y ESQUELETO APENDICULAR b

NC 2

1. Ilumine el esqueleto axial y sus títulos (con trazos de color claro). Puede iluminar toda la caja torácica incluyendo el espacio entre las costillas.
2. Sirviéndose de un segundo color, ilumine el esqueleto apendicular y sus títulos (con trazos más pesados).







ESQUELETO AXIAL a

El *esqueleto axial* es el sostén principal del cuerpo y está orientado a lo largo del eje mediano longitudinal. Incluye el cráneo, las vértebras, el esternón, las costillas y el hueso hioideo. Esta parte del esqueleto es considerablemente más rígida que la que detallamos a continuación.

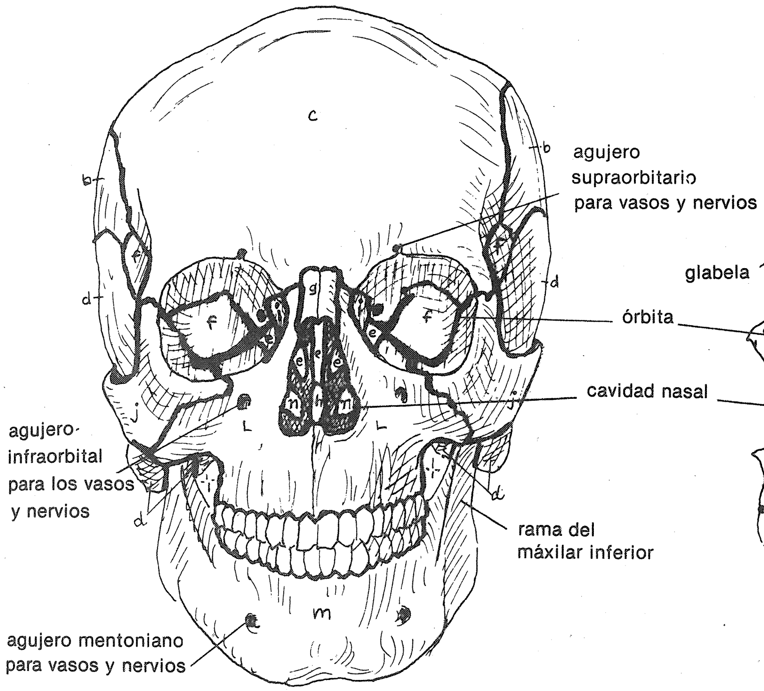
ESQUELETO APENDICULAR b

Los huesos del *esqueleto apendicular* dan un marco muy móvil para los miembros superiores e inferiores. El esqueleto apendicular incluye las cinturas escapular y pélvica y los huesos de los brazos, antebrazos, muñecas, manos, muslos, piernas y pies. Las fracturas y dislocaciones son más frecuentes en esta porción del esqueleto, pero resultan más graves en el esqueleto axial.

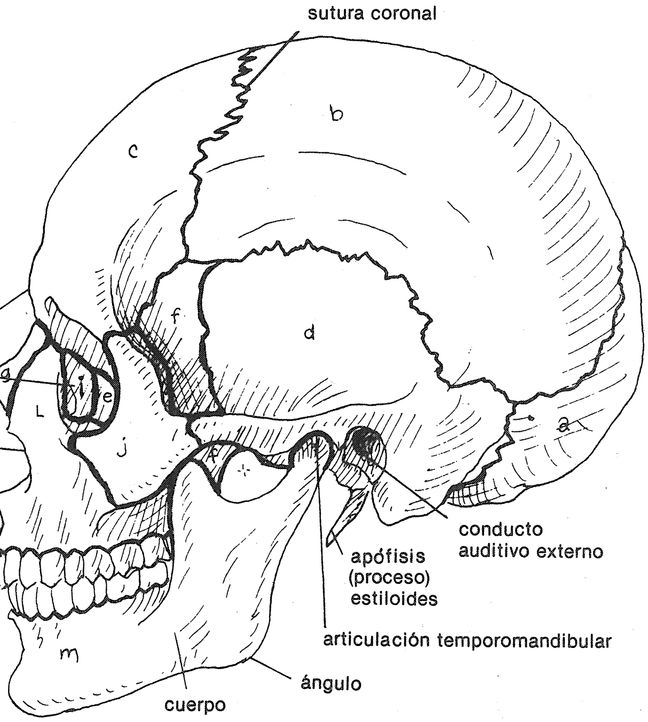
véase también 22

SISTEMA ESQUELÉTICO
HUESOS DE LA CABEZA*
CRANEALES 8:. OCCIPITAL 1$_a$ PARIETAL 2$_b$ FRONTAL 1$_c$
TEMPORAL 2$_d$ ETMOIDES 1$_e$ ESFENOIDES 1$_f$
FACIALES 14:. NASAL 2$_g$ VOMER 1$_h$ LAGRIMAL 2$_i$
CIGOMÁTICO 2$_j$ PALATINO 2$_k$ MAXILAR SUPERIOR 2$_L$
MAXILAR INFERIOR 1$_m$ CORNETE INFERIOR 2$_n$

NC 14
1. Trabaje conjuntamente esta lámina y la que sigue.
2. Utilice los colores más brillantes u obscuros para los huesos más pequeños.
3. Ilumine un mismo hueso a la vez coloreándolo cada vez que aparezca en cualquiera de los 7 esquemas mostrados en esta lámina y la siguiente.

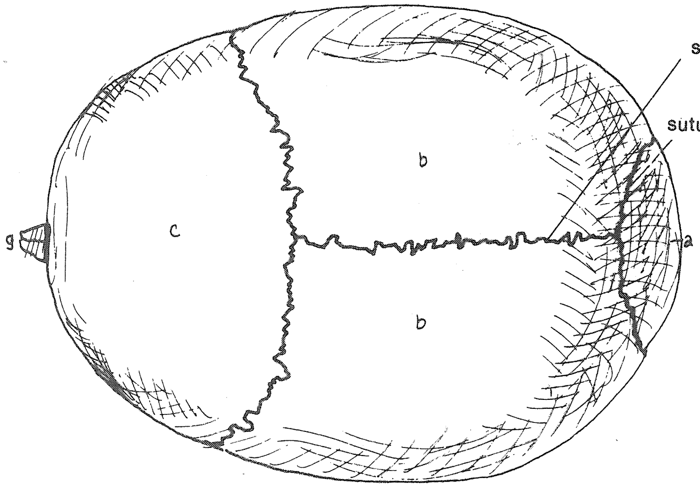

c
b
b
agujero supraorbitario para vasos y nervios
f
f
d
d
g
i
i
e
e
e
f
f
órbita
h
n
n
cavidad nasal
j
j
agujero infraorbital para los vasos y nervios
L
L
d
i
i
d
rama del máxilar inferior
m
agujero mentoniano para vasos y nervios

VISTA ANTERIOR

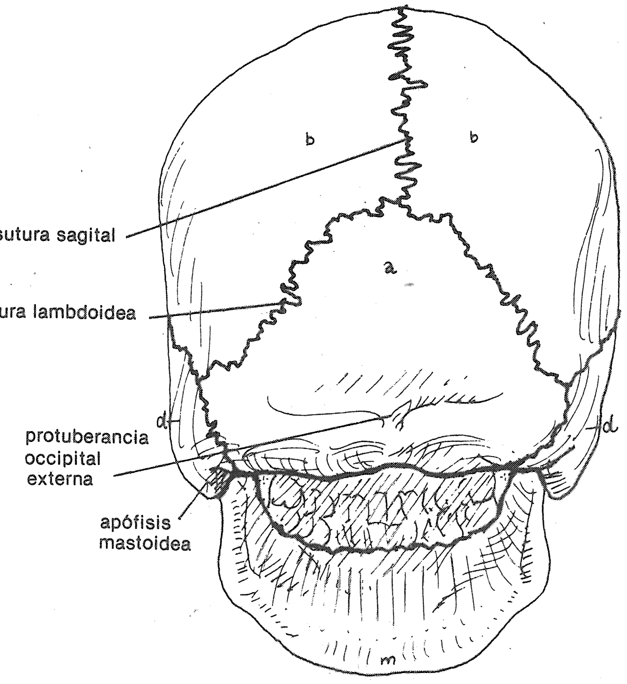

sutura coronal
b
c
glabela
f
d
órbita
g
i
e
L
j
a
k
cavidad nasal
conducto auditivo externo
apófisis (proceso) estiloides
articulación temporomandibular
m
ángulo
cuerpo

VISTA LATERAL

Los huesos de la *cabeza* están unidos en forma rígida en las suturas excepto en la articulación temporomaxilar (temporomandibular) que es de tipo bisagra. Los huesos craneanos incluyen los huesos planos que contribuyen a formar la bóveda que protege al cerebro. Los huesos *faciales*, angulares e irregulares, forman la estructura de la cara. Nótese como las órbitas están integradas por 7 huesos (la porción palatina no se muestra). La estructura de la nariz es, en su mayor parte, cartilaginosa.



VISTA SUPERIOR


b
b
sutura sagital
a
sutura lambdoidea
d
d
protuberancia occipital externa
apófisis mastoidea
m

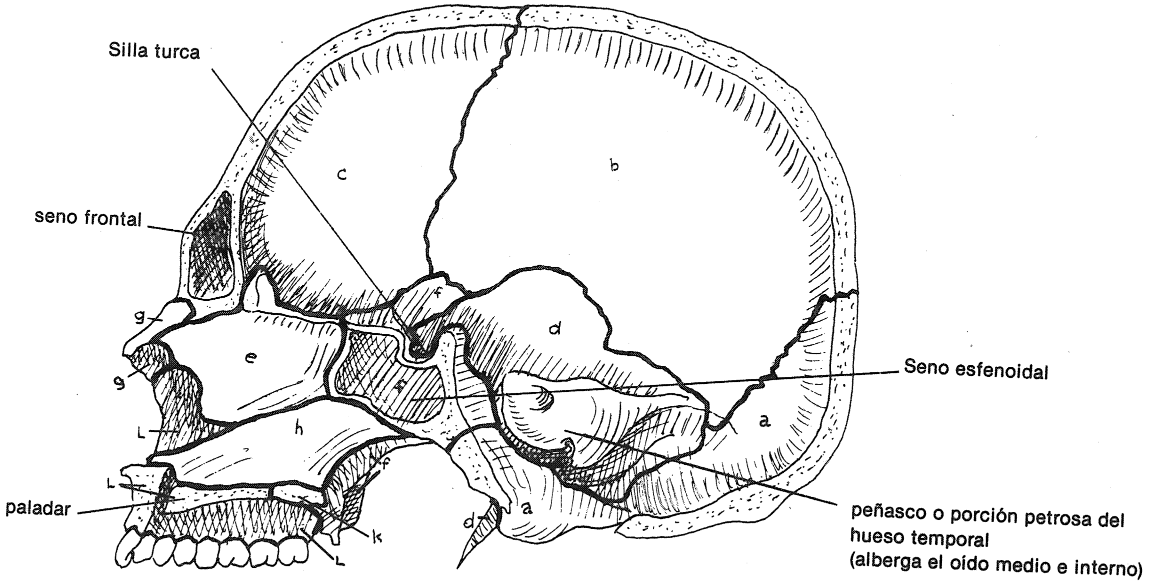
VISTA POSTERIOR

SISTEMA ESQUELÉTICO
LA CABEZA: VISTAS ADICIONALES*

véase también 11

NC 10

1. Véase la lámina anterior para los títulos de los huesos. Utilice los mismos colores.
2. No deben iluminarse los agujeros marcados con ( ) en los esquemas inferiores.


Silla turca
c
b
seno frontal
g
g
e
f
d
Seno esfenoidal
L
h
a
L
paladar
f
k
L
d
a
peñasco o porción petrosa del hueso temporal (alberga el oído medio e interno)

VISTA SAGITAL

Este corte muestra el interior del lado derecho. Usted debe ser capaz de imaginarse las áreas relativas a la cavidad nasal, la cavidad oral y el cerebro. El septum nasal o tabique nasal se muestra dividiendo la cavidad nasal en las porciones derecha e izquierda. No se observa la parte cartilaginosa del tabique, por lo que quedan expuestas las partes de la pared lateral derecha de la cavidad nasal al otro lado del tabique.

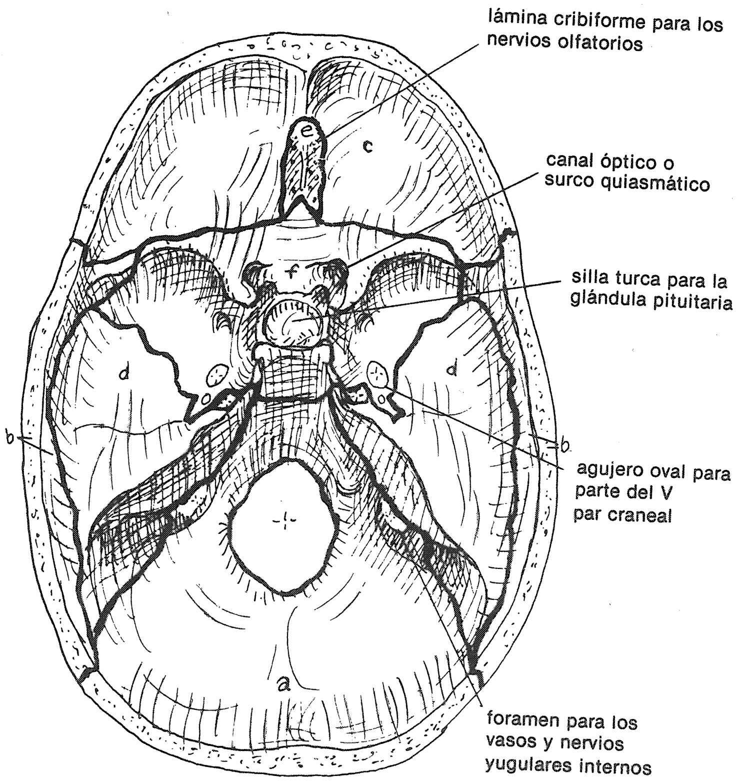
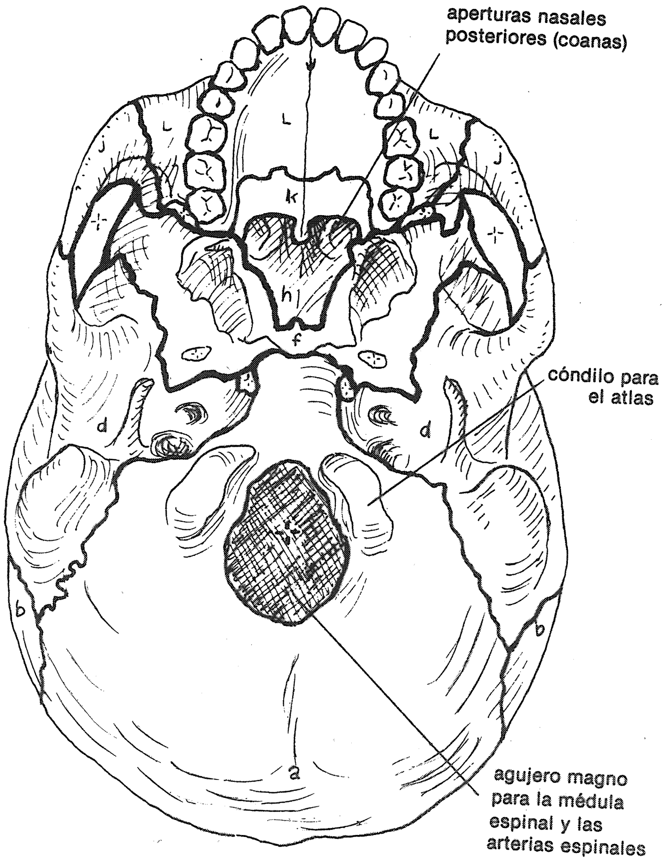


lámina cribiforme para los nervios olfatorios
e
c
canal óptico o surco quiasmático
f
silla turca para la glándula pituitaria
d
d
b
b
agujero oval para parte del V par craneal
a
foramen para los vasos y nervios yugulares internos

BASE DEL CRÁNEO VISTA INTERIOR

En esta vista, la bóveda craneana o calvaria ha sido removida. El cerebro embona en su cavidad. Puede observarse el lugar donde se acomodan los lóbulos frontal, parietal, temporal, y occipital. Los numerosos pasajes conducen nervios y vasos hacia adentro y afuera del cráneo.


aperturas nasales posteriores (coanas)
L
L
L
j
j
k
h
f
cóndilo para el atlas
d
d
b
b
a
agujero magno para la médula espinal y las arterias espinales

BASE DEL CRÁNEO VISTA DESDE ABAJO

Esta superficie comunica con múltiples estructuras del cuello, por ejemplo, la faringe (con las aperturas nasales posteriores), la primera vértebra cervical (atlas), la médula espinal y muchos vasos, nervios y músculos.

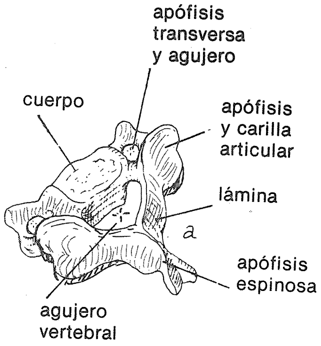
SISTEMA ESQUELÉTICO
VERTEBRAS Y COLUMNA VERTEBRAL*

LÁMINA 13

NC 6
1. Ilumine las 7 vértebras cervicales y cada vértebra individual en las dos posiciones, lateral y posterior.
2. Haga lo mismo para las vértebras torácicas y lumbares, así como para el sacro y el cóccix. Evite los agujeros intervertebrales (   ) que se ven en las regiones torácica y lumbar de la columna, en la vista lateral. También evite los 8 agujeros del sacro, en la vista posterior de la columna.
3. Ilumine los discos interverbrales.
4. No ilumine el cráneo.

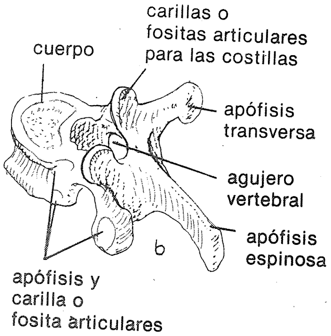
7 CERVICALES a

Este grupo flexible de vértebras *cervicales*, sostienen el cráneo y el cuello. Mantienen la cabeza en posición erecta y desarrollan y mantienen su curvatura. La primera y segunda vértebras son únicas en su forma, así como la séptima a causa de su apófisis espinosa prominente. Los agujeros en las apófisis transversas de C1-C6 transmiten las arterias vertebrales a la base del cerebro. La serie de agujeros vertebrales forman el canal para la médula espinal.


apófisis transversa y agujero
cuerpo
apófisis y carilla articular
lámina
a
apófisis espinosa
agujero vertebral

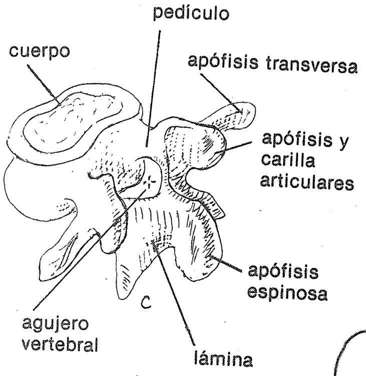
12 TORÁCICAS b

Este grupo más bien rigido de vértebras *torácicas* sostienen el tórax junto con las veinticuatro costillas con las cuales se articulan. Su prominente encorvamiento se desarrolla en la vida fetal. Las vértebras torácicas se caracterizan por sus apófisis espinosas delgadas y largas, cuerpo en forma acorazonada y carillas para la articulación costal.


carillas o fositas articulares para las costillas
cuerpo
apófisis transversa
agujero vertebral
apófisis espinosa
b
apófisis y carilla o fosita articulares

5 LUMBARES c

Las vértebras lumbares, cuadriláteras y gruesas, las más grandes de la columna vertebral, cargan una gran parte del peso del cuerpo y equilibran el torso en el sacro. La curvatura lumbar es el resultado de caminar y de estar de pie en posición erecta. Este grupo de vértebras es bastante móvil; cuando se flexiona al incorporarse desde el suelo, se ejerce gran presión en sus discos, lo que puede conducir a una ruptura. Esto puede ocasionar lesión en los nervios espinales que pasan de la médula a través de los agujeros intervertebrales.

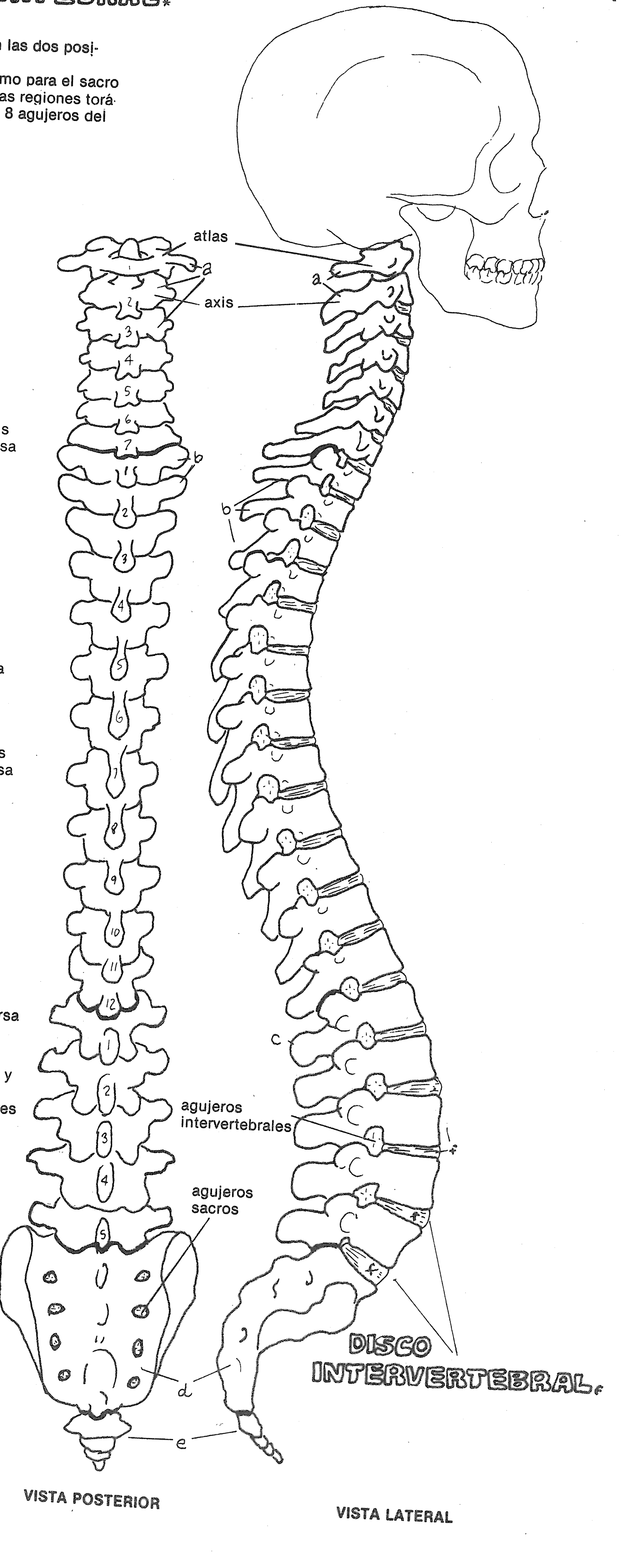

pedículo
cuerpo
apófisis transversa
apófisis y carilla articulares
apófisis espinosa
c
agujero vertebral
lámina

SACRO d

Se funden cinco vértebras *sacras* para formar este hueso. Transmite el peso corporal a la articulación de la cadera a través de su articulación con la cintura pélvica.

CÓCCIX e

Consistiendo de dos a cuatro vértebras coccigeas fusionadas, el *cóccix* funcionalmente insignificante, representa una cola rudimentaria, herencia de nuestros aucestros.


atlas
a
axis
a
1
2
3
4
5
6
7
b
b
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
c
1
2
3
4
5
agujeros intervertebrales
agujeros sacros
d
e
f

DISCO INTERVERTEBRAL f

VISTA POSTERIOR

VISTA LATERAL

SISTEMA ESQUELÉTICO/ TÓRAX.

LÁMINA 14

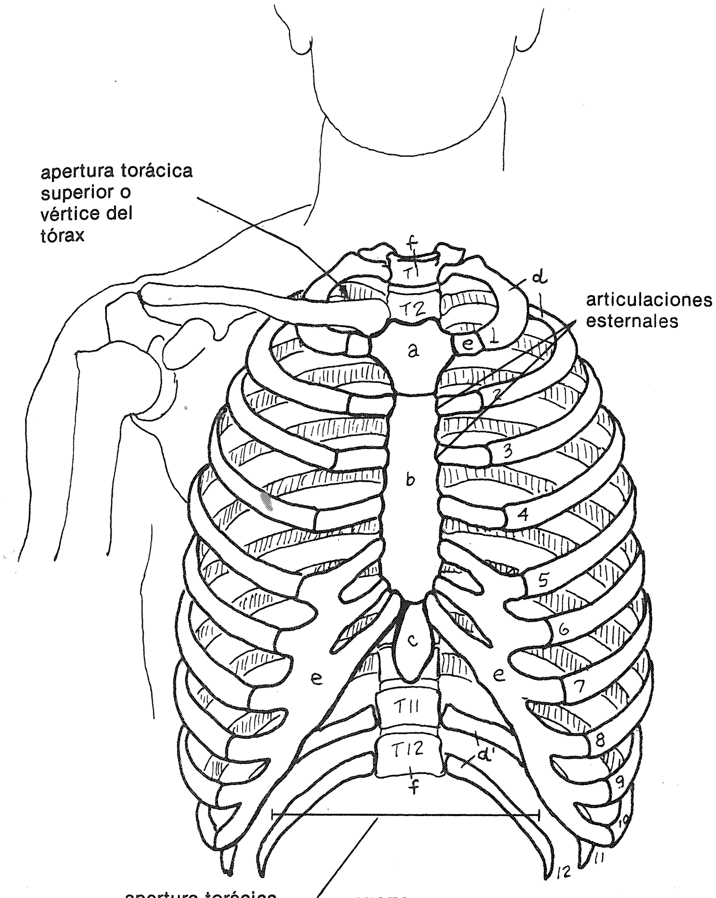
véanse también 13, 29

ESTERNÓN: a*
MANUBRIO a
CUERPO b
APÉNDICE XIFOIDES c

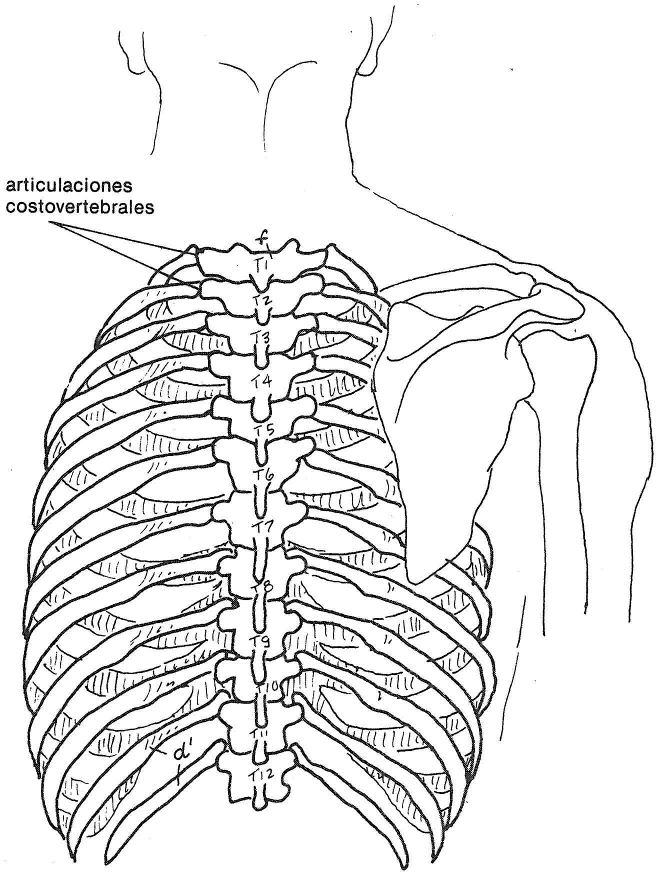
12 COSTILLAS: d
7 VERDADERAS d
5 FALSAS d
(2 FLOTANTES) d'

12 CARTÍLAGOS COSTALES e

12 VERTEBRAS TORÁCICAS f


apertura torácica superior o vértice del tórax
f
T1
T2
d
articulaciones esternales
a
e
1
2
3
b
4
5
6
c
e
e
7
T11
T12
d'
8
9
10
f
11
12
apertura torácica inferior o base del tórax

VISTA ANTERIOR


articulaciones costovertebrales
f
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
d'

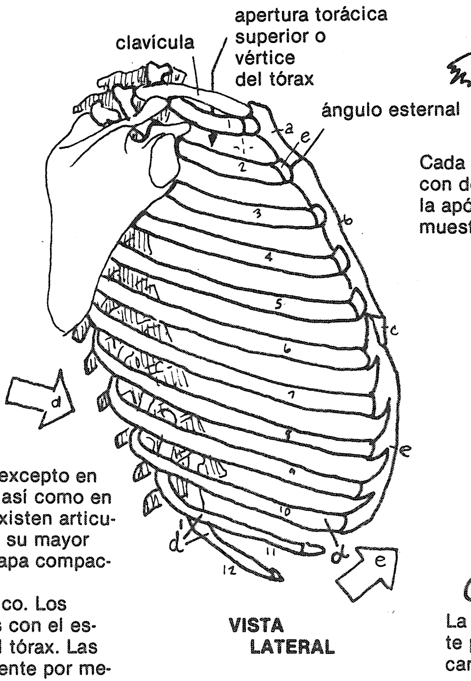
VISTA POSTERIOR

NC 7

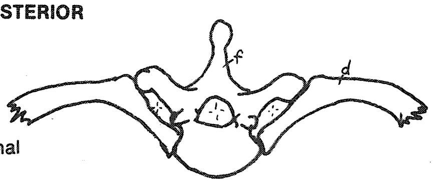
1. Ilumine las tres partes del esternón en las vistas frontal y lateral.
2. Coloree los cartílagos costales en las mismas vistas, como arriba. Ilumine la flecha que muestra su dirección hacia arriba.
3. Con un color ilumine cuidadosamente cada costilla, siguiéndola alrededor por la zona sombreada. Ilumine las costillas con un color en todas las vistas incluyendo la flecha que señala su dirección hacia abajo.
4. Ilumine las 12 vértebras torácicas en la vista posterior y anterior en el mismo color que en la lámina 13. No las ilumine en la vista lateral.
5. Coloree también los dos diagramas de la esquina inferior derecha de la lámina.

El *tórax* es un conjunto de estructuras más o menos móviles, esenciales para la respiración y que albergan órganos tan delicados como los pulmones y el corazón.

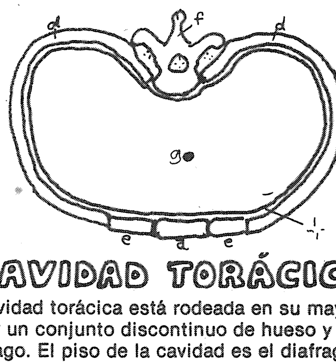
El *esternón* está constituido por una fusión de huesos, excepto en la unión entre el manubrio y el cuerpo (ángulo externo), así como en la unión entre el cuerpo y el apéndice xifoides, donde existen articulaciones fibrocartilaginosas. El esternón, constituido en su mayor parte por hueso trabeculado cubierto por una delgada capa compacta de hueso, contiene médula roja y es un lugar conveniente para tomar muestras de este tejido hematopoyético. Los *cartílagos costales*, que unen la mayoría de las costillas con el esternón, aumentan en forma importante la flexibilidad del tórax. Las siete costillas superiores (*verdaderas*) se unen directamente por medio de sus propios cartílagos; de las otras cinco (*falsas*), las tres primeras se unen con el séptimo cartílago costal y las dos últimas (*flotantes*) terminan en la musculatura de la pared del abdomen.


clavícula
apertura torácica superior o vértice del tórax
ángulo esternal
a
e
2
3
b
4
5
c
6
7
d
8
e
9
10
d'
11
12
d
e

VISTA LATERAL



Cada costilla típica forma una articulación en bisagra con dos vértebras adyacentes y su disco: el cuerpo y la apófisis transversa de una vértebra (como se muestra aquí), y el cuerpo de la vértebra superior.



CAVIDAD TORÁCICA g

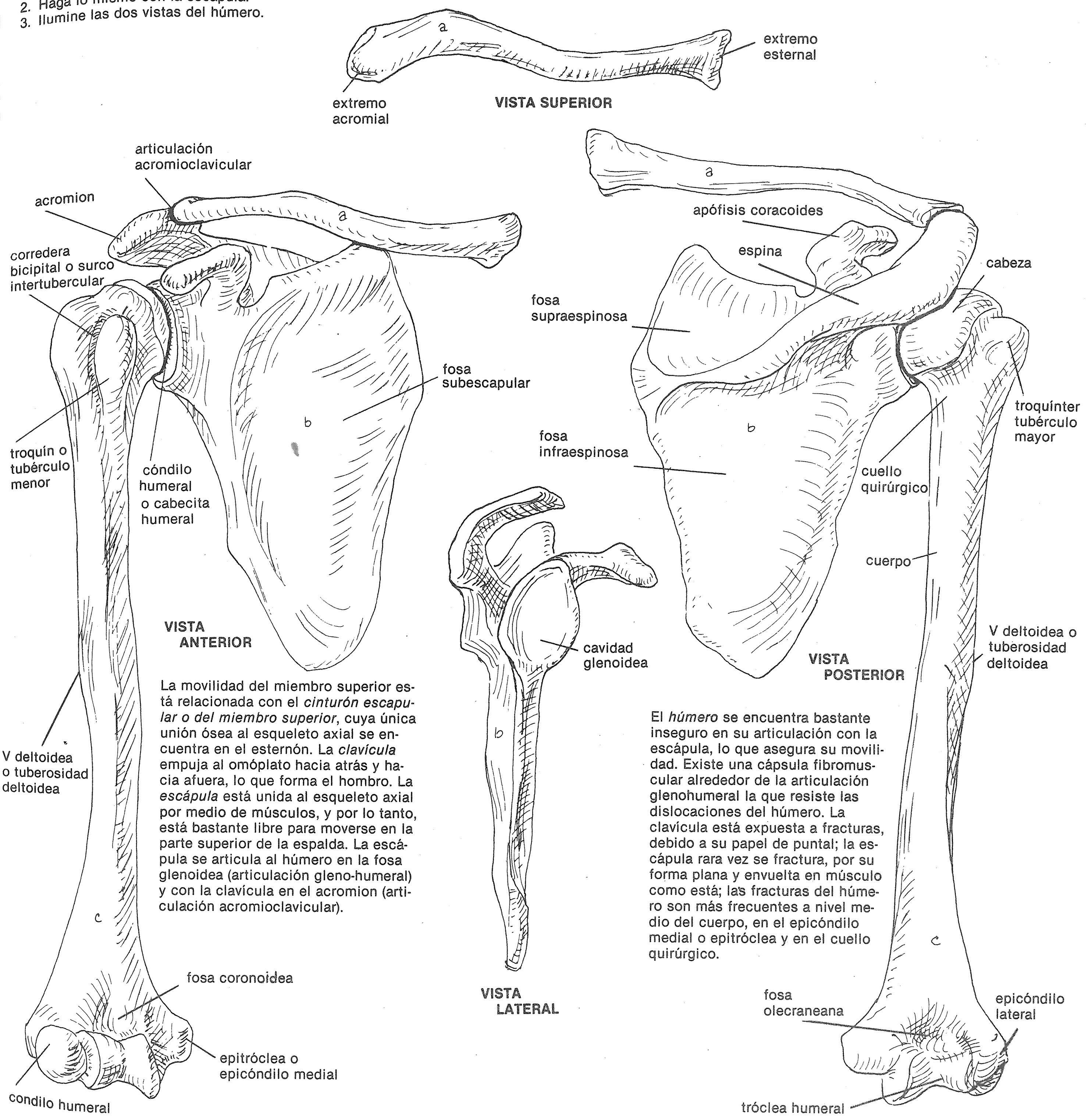
La cavidad torácica está rodeada en su mayor parte por un conjunto discontinuo de hueso y cartílago. El piso de la cavidad es el diafragma muscular torácico; por arriba, el tórax se continúa con el cuello. Nótese hasta donde las vértebras torácicas se proyectan dentro de la cavidad torácica.

SISTEMA ESQUELÉTICO/ MIEMBRO SUPERIOR
CINTURÓN ESCAPULAR:* CLAVÍCULA a Y ESCÁPULA b
HUESO DEL BRAZO:* HÚMERO c

LÁMINA 15

véanse también 16, 18

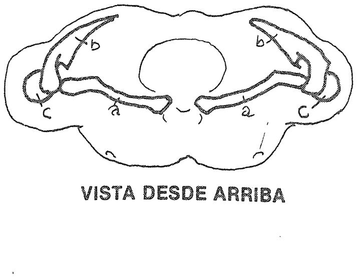
NC 3
1. Ilumine la clavícula en las tres vistas y el diagrama inferior.
2. Haga lo mismo con la escápula.
3. Ilumine las dos vistas del húmero.



a
extremo esternal
extremo acromial
VISTA SUPERIOR
articulación acromioclavicular
acromion
a
corredera bicipital o surco intertubercular
troquín o tubérculo menor
cóndilo humeral o cabecita humeral
fosa subescapular
b
VISTA ANTERIOR
V deltoidea o tuberosidad deltoidea
c
fosa coronoidea
epitróclea o epicóndilo medial
condilo humeral
cavidad glenoidea
b
VISTA LATERAL
a
apófisis coracoides
espina
cabeza
fosa supraespinosa
troquínter tubérculo mayor
b
fosa infraespinosa
cuello quirúrgico
cuerpo
VISTA POSTERIOR
V deltoidea o tuberosidad deltoidea
c
fosa olecraneana
epicóndilo lateral
tróclea humeral

La movilidad del miembro superior está relacionada con el *cinturón escapular o del miembro superior*, cuya única unión ósea al esqueleto axial se encuentra en el esternón. La *clavícula* empuja al omóplato hacia atrás y hacia afuera, lo que forma el hombro. La *escápula* está unida al esqueleto axial por medio de músculos, y por lo tanto, está bastante libre para moverse en la parte superior de la espalda. La escápula se articula al húmero en la fosa glenoidea (articulación gleno-humeral) y con la clavícula en el acromion (articulación acromioclavicular).

El *húmero* se encuentra bastante inseguro en su articulación con la escápula, lo que asegura su movilidad. Existe una cápsula fibromuscular alrededor de la articulación glenohumeral la que resiste las dislocaciones del húmero. La clavícula está expuesta a fracturas, debido a su papel de puntal; la escápula rara vez se fractura, por su forma plana y envuelta en músculo como está; las fracturas del húmero son más frecuentes a nivel medio del cuerpo, en el epicóndilo medial o epitróclea y en el cuello quirúrgico.



VISTA DESDE ARRIBA

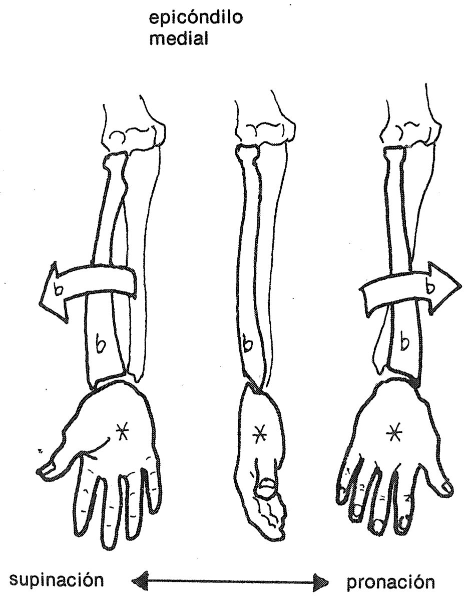
SISTEMA ESQUELÉTICO/ MIEMBRO SUPERIOR
ANTEBRAZO:* CÚBITO$_a$ Y RADIO$_b$

LÁMINA 16

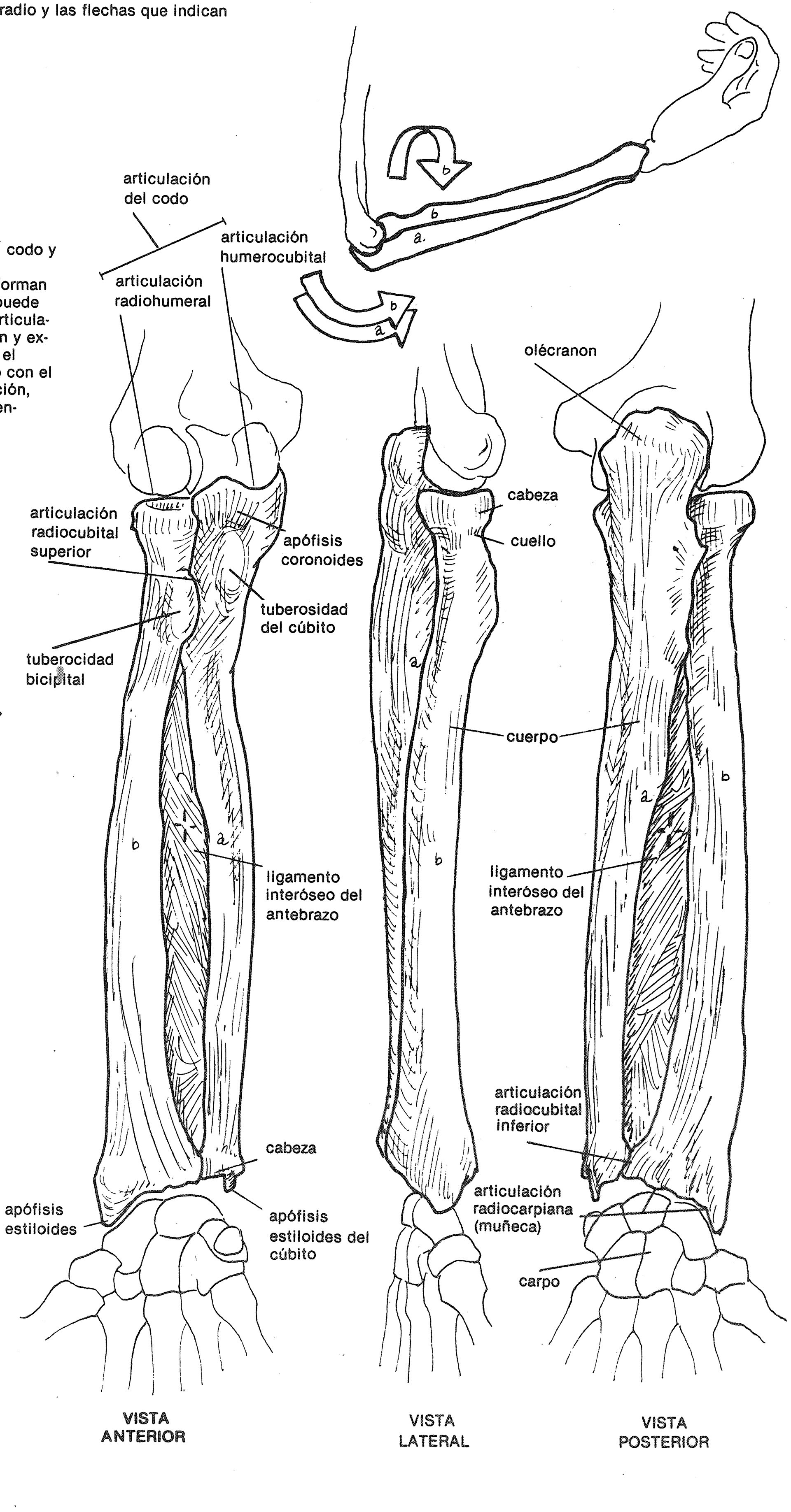
véanse también 15, 17, 18

NC 2
1. Utilice colores diferentes a los usados en la lámina precedente.
2. Ilumine el cúbito en las tres vistas y el diagrama superior, incluyendo la flecha que señala la dirección del movimiento.
3. Haga lo mismo con el radio.
4. En los pequeños esquemas inferiores ilumine el radio y las flechas que indican la dirección del movimiento.

La estructura y disposición de las articulaciones del codo y la muñeca dan una gran movilidad a la mano (compruébelo). A nivel del codo el *radio* y el *cúbito* forman una articulación tipo bisagra con el húmero. Como puede observarse, el cúbito es el hueso más grande y su articulación con el húmero limita los movimientos de flexión y extensión. En la articulación de la muñeca, el radio es el hueso principal y el cúbito no tiene contacto directo con el carpo. Aquí, todos los movimientos, excepto la rotación, son posibles. La base de la rotación de la mano se encuentra en la relación del radio con el cúbito.



epicóndilo medial
b
b
b
b
b
*
*
*
supinación
pronación



b
b
a.
a
b
articulación del codo
articulación humerocubital
articulación radiohumeral
olécranon
cabeza
cuello
articulación radiocubital superior
apófisis coronoides
tuberosidad del cúbito
tuberocidad bicipital
cuerpo
a
b
a
b
a
b
ligamento interóseo del antebrazo
ligamento interóseo del antebrazo
articulación radiocubital inferior
cabeza
apófisis estiloides
apófisis estiloides del cúbito
articulación radiocarpiana (muñeca)
carpo
VISTA ANTERIOR
VISTA LATERAL
VISTA POSTERIOR

El radio se articula con el cúbito en dos lugares y a través de un ligamento entre los dos cuerpos. El radio se encuentra libre para girar sobre el cúbito, como puede observarse, y la mano lo sigue en este movimiento debido a su articulación a nivel de la muñeca (radiocarpiana). El cúbito no puede rotar debido a que la naturaleza de la articulación húmero-cubital no lo permite. El radio, al rotar, cruza por encima del cúbito. Obsérvese el diagrama de arriba y coloque su mano izquierda sobre el cúbito derecho a nivel del olécranon. Mantenga la palma de su mano derecha de frente a usted. Ahora rote la palma de su mano de manera que mire hacia afuera; esta rotación se llama *pronación*. Nuevamente rote su mano hasta que la palma quede de frente a usted; este movimiento de rotación se llama *supinación*. Note en el diagrama que el movimiento del radio es seguido por el pulgar. Esto se debe a que el radio se une a la mano en el lado del pulgar. Usted debió haberse dado cuenta de que el olécranon y por lo tanto el cúbito no se movieron. Practique estos movimientos después de iluminar los esquemas, hasta que entienda perfectamente el mecanismo.

SISTEMA ESQUELÉTICO/ MIEMBRO SUPERIOR
HUESOS DE LA MANO.*

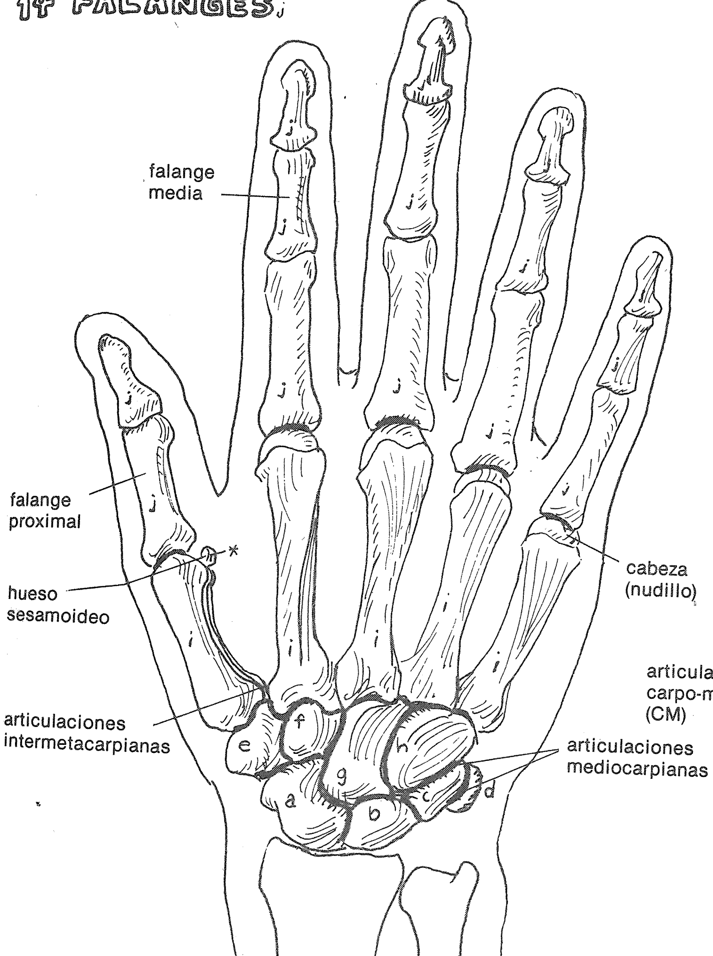
LÁMINA 17

véanse también 16, 18, 2

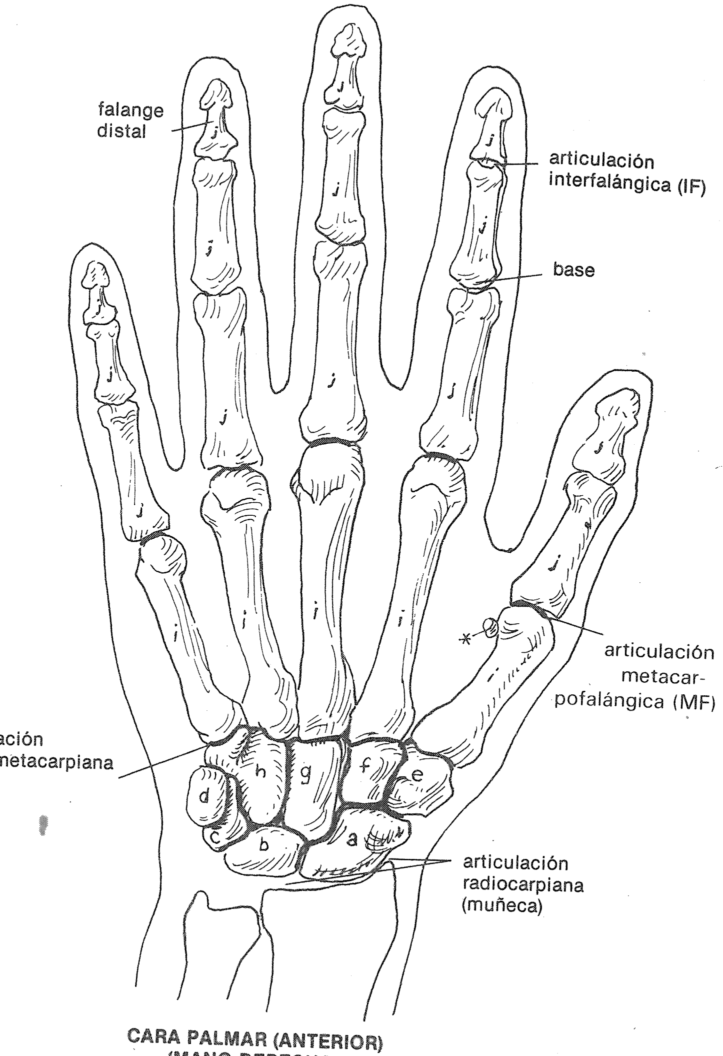
NC 10

1. Ilumine los 5 metacarpianos, utilizando un color diferente a los usados en las dos últimas láminas.
2. Ilumine las 14 falanges en un color diferente a los usados en las dos láminas precedentes.
3. Ilumine los huesos del carpo en diferente color cada uno. Algunos colores tendrán que ser repetidos aquí; de ser así, procure que no queden juntos.

8 HUESOS DEL CARPO:*
ESCAFOIDES a **SEMILUNAR** b **PIRAMIDAL** c **PISCIFORME** d **TRAPECIO** e
TRAPEZOIDE f **HUESO GRANDE** g
HUESO GANCHOSO h
5 HUESOS DEL METACARPO i
14 FALANGES j

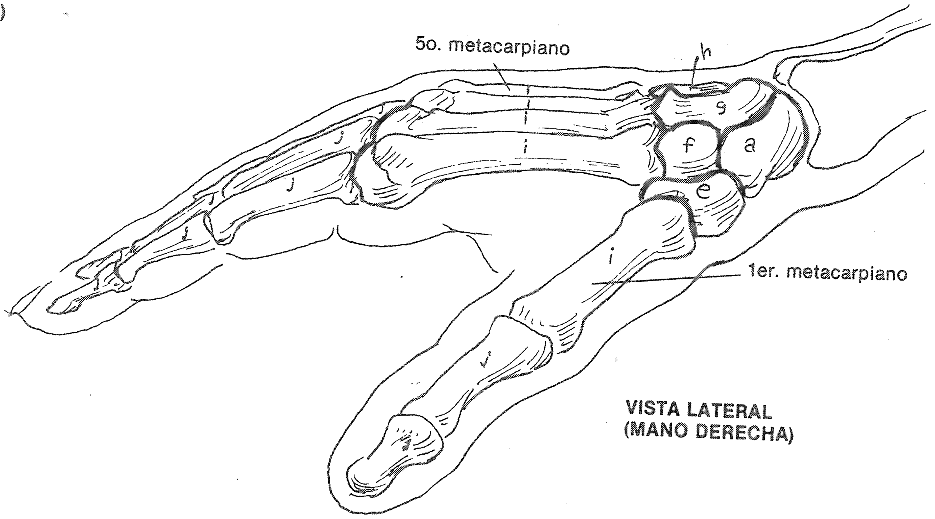

falange media
falange proximal
hueso sesamoideo
*
articulaciones intermetacarpianas
cabeza (nudillo)
articulaciones mediocarpianas
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j

CARA POSTERIOR
(MANO DERECHA)


falange distal
articulación interfalángica (IF)
base
articulación metacar-pofalángica (MF)
*
articulación carpo-metacarpiana (CM)
articulación radiocarpiana (muñeca)
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j

CARA PALMAR (ANTERIOR)
(MANO DERECHA)

El apretón de la mano, hecho posible por la estructura articular, es más efectivo cuando la articulación de la muñeca se encuentra extendida. Las articulaciones mediocarpianas ayudan a la articulación radiocarpiana al permitir la acción de la muñeca. Existe muy poco movimiento en las articulaciones MC excepto en los metacarpianos 1o y 5o, los cuales pueden unirse haciendo posible la oponencia del pulgar. Juntamente con esta acción, el primer metacarpiano rota hacia adentro sobre el trapecio de manera que la yema del pulgar quede frente a las yemas de los demás dedos. Esto permite que uno pueda asir los objetos con mayor seguridad, y aumenta notablemente la fuerza del apretón de mano. Las articulaciones MF permiten la aducción y abducción de los dedos, así como la flexión extensión (corrobórelo en usted mismo). Las articulaciones IF sólo tienen movimientos de flexión y extensión.


5o. metacarpiano
1er. metacarpiano
a
e
f
g
h
i
j

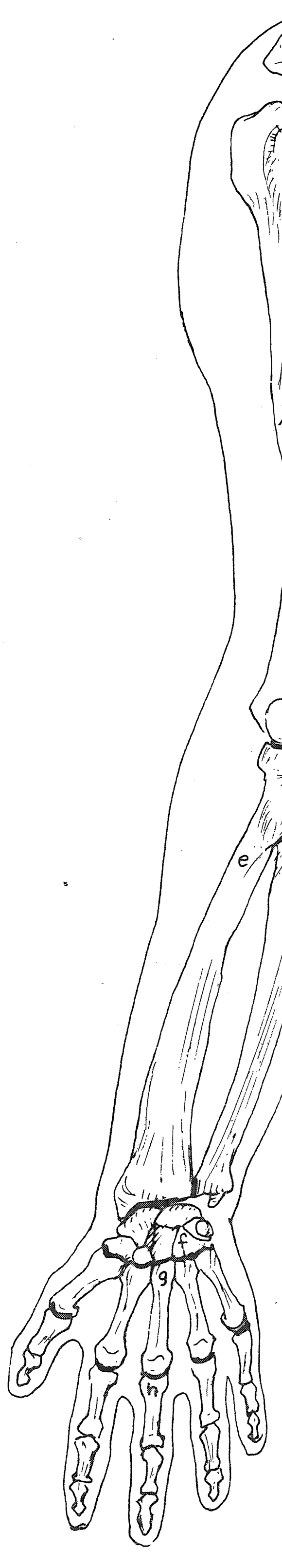
VISTA LATERAL
(MANO DERECHA)

SISTEMA ESQUELÉTICO
HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR:$_{*}$

LÁMINA 18

véanse también 15, 16, 17, 20

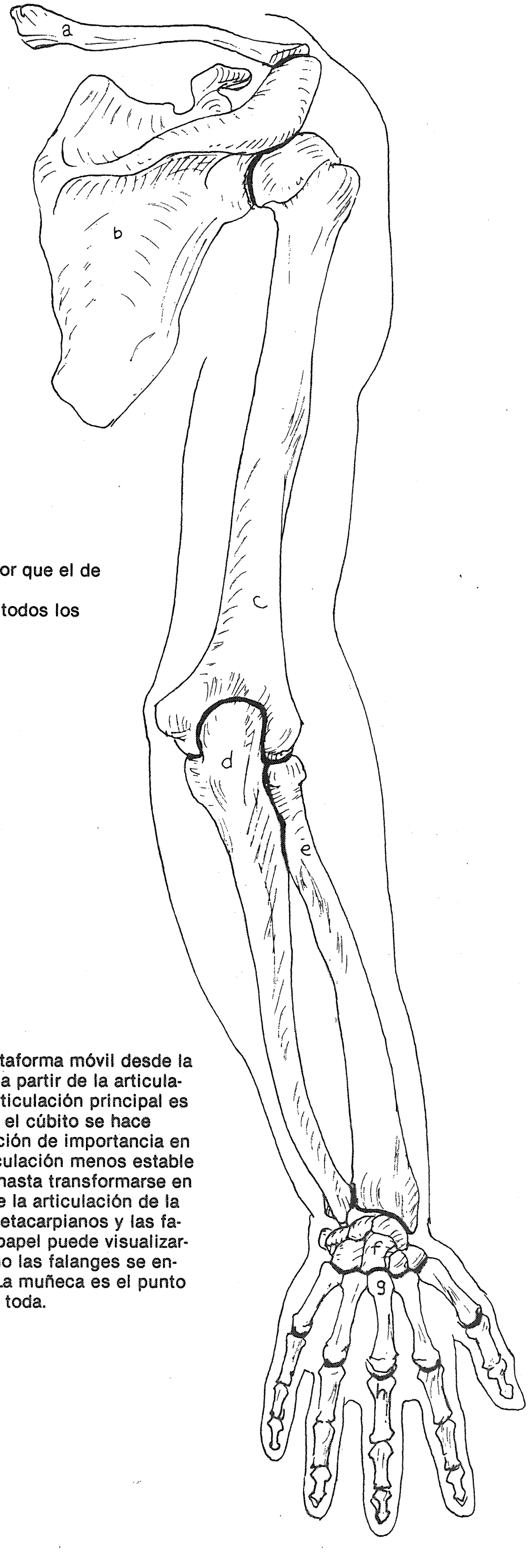
CLAVÍCULA$_{a}$ ESCÁPULA$_{b}$ HÚMERO$_{c}$ CÚBITO$_{d}$ RADIO$_{e}$ HUESOS DEL CARPO$_{f}$ METACARPIANOS$_{g}$ FALANGES$_{h}$



VISTA ANTERIOR

NC 8
1. Utilice el mismo patrón de color que el de las tres láminas precedentes.
2. Seleccione un solo color para todos los huesos del carpo.

La clavícula y la escápula forman una plataforma móvil desde la cual el húmero libremente movible opera a partir de la articulación glenohumeral. A nivel del codo, la articulación principal es la del húmero con el cúbito. Distalmente, el cúbito se hace más delgado y no forma ninguna articulación de importancia en la muñeca. El radio, que conforma la articulación menos estable a nivel del codo, se engrosa distalmente hasta transformarse en el hueso principal del antebrazo a nivel de la articulación de la muñeca. Nótese como cada uno de los metacarpianos y las falanges forman una unidad de sostén. Su papel puede visualizarse mejor al tomar un objeto; advierta cómo las falanges se encurvan juntas contra los metacarpianos. La muñeca es el punto de apoyo sobre el cual se mueve la mano toda.



VISTA POSTERIOR

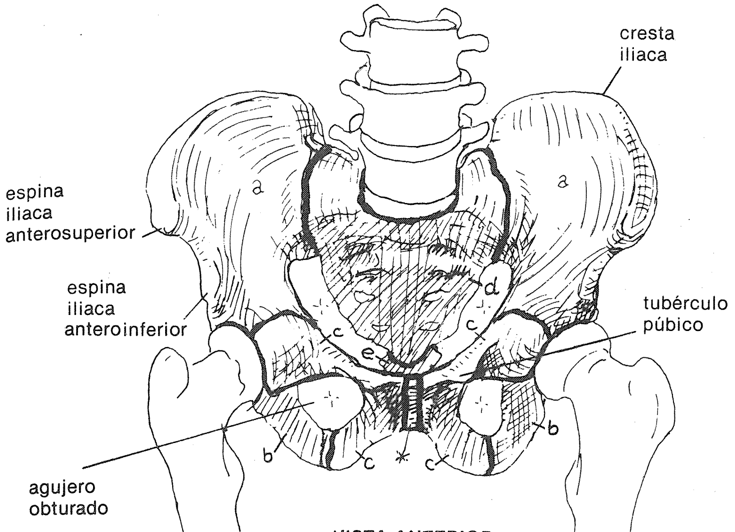
SISTEMA ESQUELETICO/ MIEMBRO INFERIOR
PELVIS Y CINTURÓN PÉLVICO*
2 ILEON a 2 ISQUIÓN b 2 PUBIS c SACRO d Y CÓCCIX e

LÁMINA 19

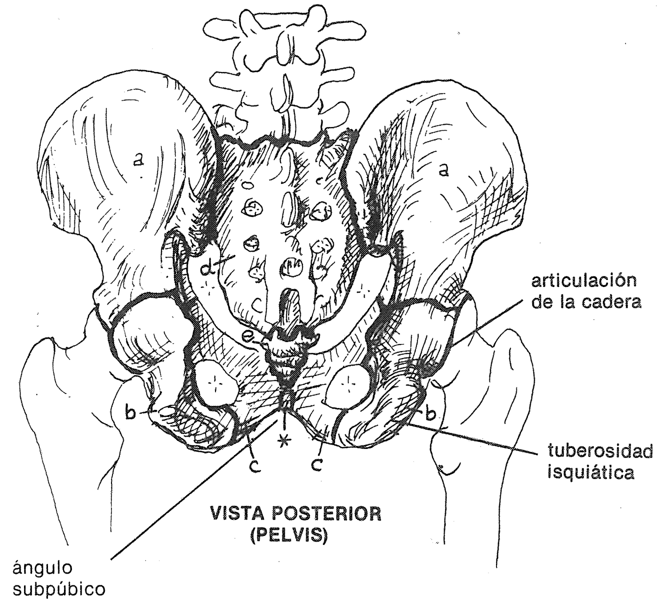
véanse también 13, 15, 20

NC 6

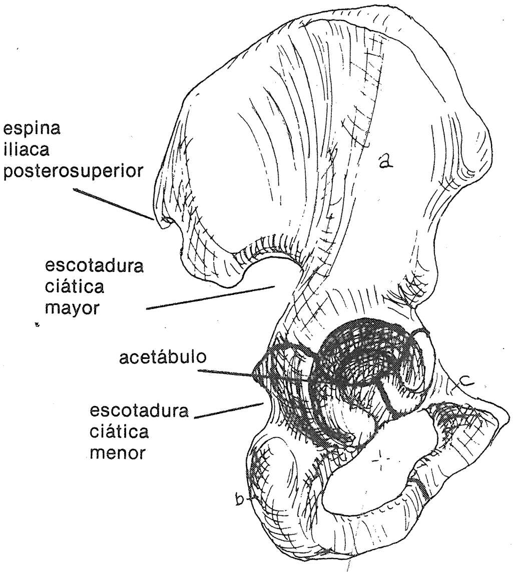
1. Ilumine los diferentes huesos que tienen letra, evitando los espacios marcados con (-|-), utilice los mismos colores para el sacro y el cóccix que los usados en la lámina 13
2. Seleccione un color nuevo para el diagrama de la esquina inferior derecha y, con mucho cuidado, ilumine la pelvis masculina, dibujada con líneas delgadas. Para hacer esto, ilumine primero el contorno; posteriormente ilumine el área dentro de éste. Deje la pelvis femenina en blanco.


cresta iliaca
espina iliaca anterosuperior
espina iliaca anteroinferior
tubérculo púbico
agujero obturado
a
a
d
c
c
e
b
b
c
*
c

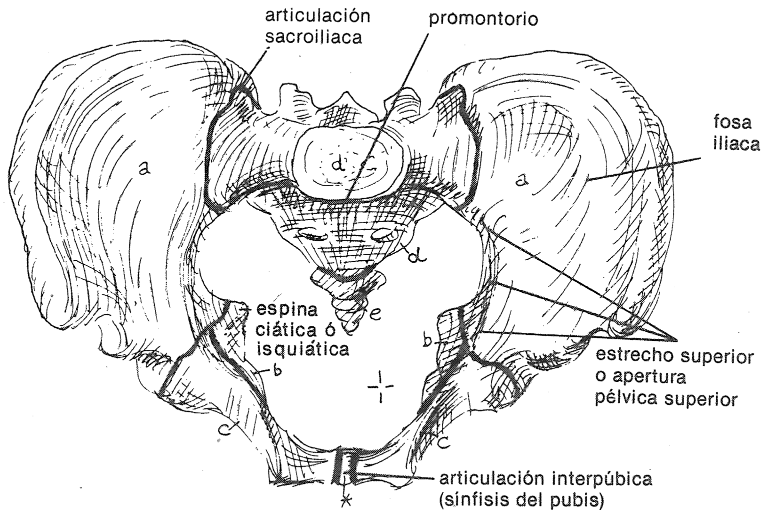
VISTA ANTERIOR (PELVIS)


articulación de la cadera
tuberosidad isquiática
ángulo subpúbico
a
a
d
e
b
b
c
*
c

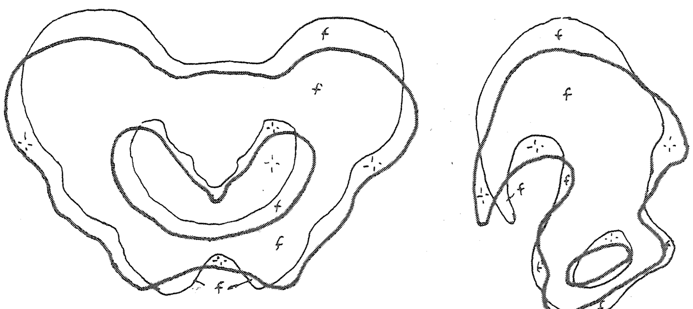
VISTA POSTERIOR (PELVIS)


espina iliaca posterosuperior
escotadura ciática mayor
acetábulo
escotadura ciática menor
a
c
b

VISTA LATERAL (HUESO DE LA CADERA)


articulación sacroiliaca
promontorio
fosa iliaca
espina ciática ó isquiática
estrecho superior o apertura pélvica superior
articulación interpúbica (sínfisis del pubis)
a
a
d
d
e
b
b
c
c
*

VISTA DESDE ARRIBA (PELVIS)



MASCULINO f / FEMENINO

El cinturón pélvico está constituido por los dos huesos de la cadera que se unen uno con otro en la articulación interpúbica. La *pelvis* es un tazón formado por los dos huesos de la cadera, el *sacro* y el *cóccix*. Tiene una abertura por arriba y otra en la parte de abajo. Los dos huesos de la cadera, cada uno en forma de propela, forman juntos un arco de soporte con el sacro, dirigiendo el peso corporal hacia el hueso del muslo y manteniendo la línea de gravedad que pasa frente al sacroilíaco y por detrás de las articulaciones de las caderas. A diferencia de los huesos del brazo con respecto al cinturón escapular, los huesos del muslo encuentran una sólida seguridad en los acetábulos de los huesos de la cadera, dentro de los cuales balancean el peso corporal.

La pelvis mantiene las visceras pélvicas en su cavidad, la cual se continúa con la cavidad abdominal. Las pelvis *masculina* y *femenina* difieren considerablemente una de otra, principalmente, porque la cavidad femenina es más redondeada y más ancha en todas sus dimensiones. Esta pelvis más grande puede acomodar más fácilmente al feto en desarrollo, especialmente en su paso por el canal del parto en la abertura pélvica.

SISTEMA ESQUELETICO/MIEMBRO INFERIOR

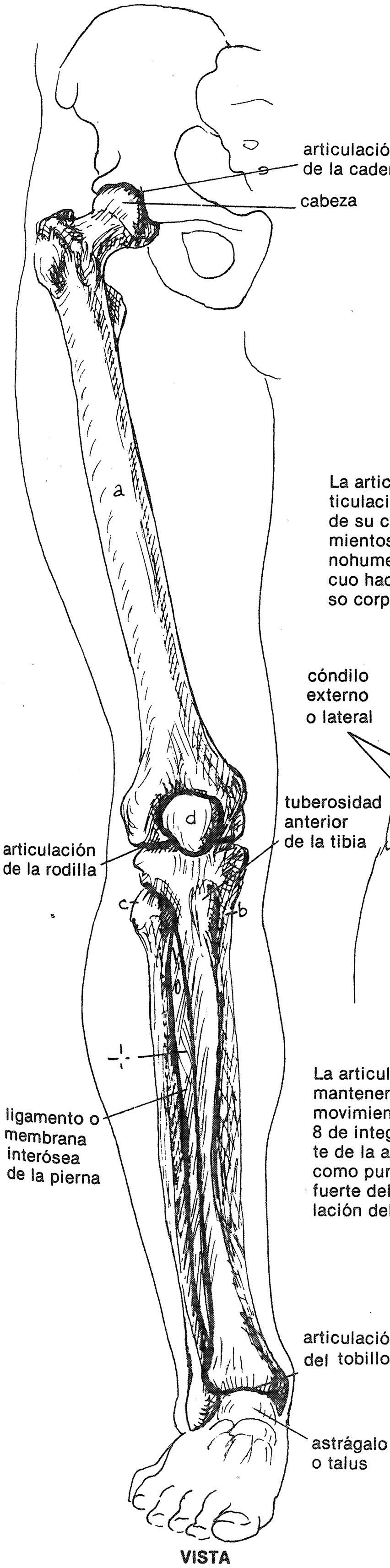
MUSLO:* FÉMUR a PIERNA:* TIBIA b PERONÉ c RÓTULA d

LÁMINA 20

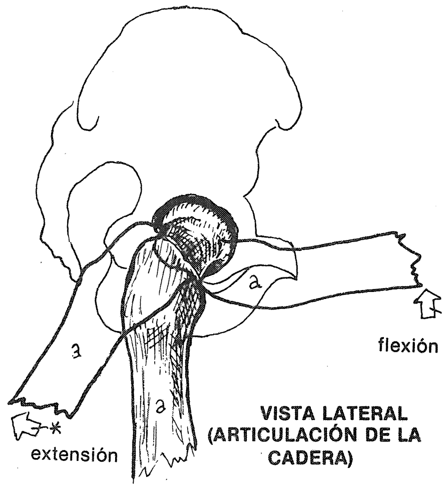
véanse también 8, 15, 19, 21

NC 4

1. Ilumine estos tres huesos y la rótula.
2. En los dos diagramas que demuestran los movimientos articulares de la cadera y tobillo, la posición normal de los huesos es vertical. Ilumine los huesos que se encuentren en movimiento, es decir fuera de su posición anatómica normal, ilumínelos de un tono un poco más claro, a fin de poder distinguirlos.

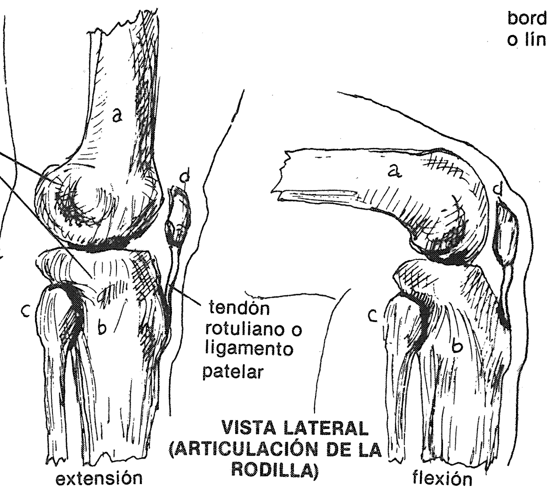

articulación de la cadera
cabeza
a
d
tuberosidad anterior de la tibia
articulación de la rodilla
c
b
ligamento o membrana interósea de la pierna
articulación del tobillo
astrágalo o talus

VISTA ANTERIOR


a
a
a
a
flexión
extensión
*
*

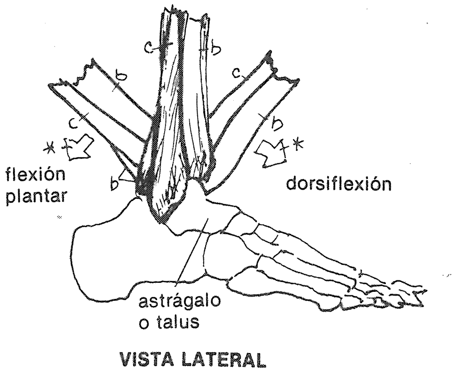
VISTA LATERAL (ARTICULACIÓN DE LA CADERA)

La articulación de la cadera, a pesar de ser similar en su estructura a la articulación del hombro, es mucho más segura que ésta por la profundidad de su cavidad y lo fuerte de sus ligamentos. Por tales motivos los movimientos de la cadera son más restringidos que los de la articulación glenohumeral. El *fémur* es el hueso más largo del cuerpo, y se encuentra oblicuo hacia adentro, de manera que los pies queden directamente bajo el peso corporal.

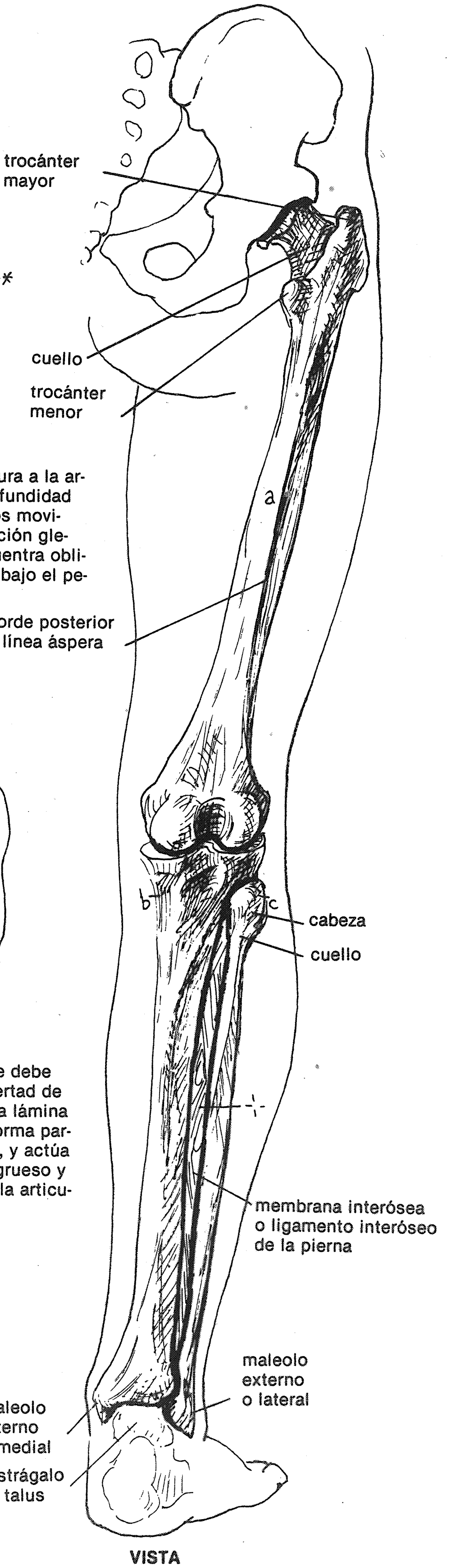

cóndilo externo o lateral
a
d
c
b
tendón rotuliano o ligamento patelar
extensión
a
d
c
b
flexión

VISTA LATERAL (ARTICULACIÓN DE LA RODILLA)

La articulación de la rodilla es una de las más complicadas, ya que debe mantener todo el peso del cuerpo en equilibrio, además de dar libertad de movimiento en la locomoción. Su estructura puede apreciarse en la lámina 8 de integración del esqueleto. Nótese que el *peroné o fíbula* no forma parte de la articulación de la rodilla, sino de la articulación del tobillo, y actúa como puntal para la inserción muscular. La *tibia* es el hueso más grueso y fuerte del esqueleto. Transmite el peso del cuerpo directamente a la articulación del tobillo.


c
b
b
c
c
b
b
*
*
flexión plantar
dorsiflexión
astrágalo o talus

VISTA LATERAL (ARTICULACIÓN DEL TOBILLO)


trocánter mayor
cuello
trocánter menor
a
borde posterior o línea áspera
b
c
cabeza
cuello
membrana interósea o ligamento interóseo de la pierna
maleolo externo o lateral
maleolo interno o medial
astrágalo o talus

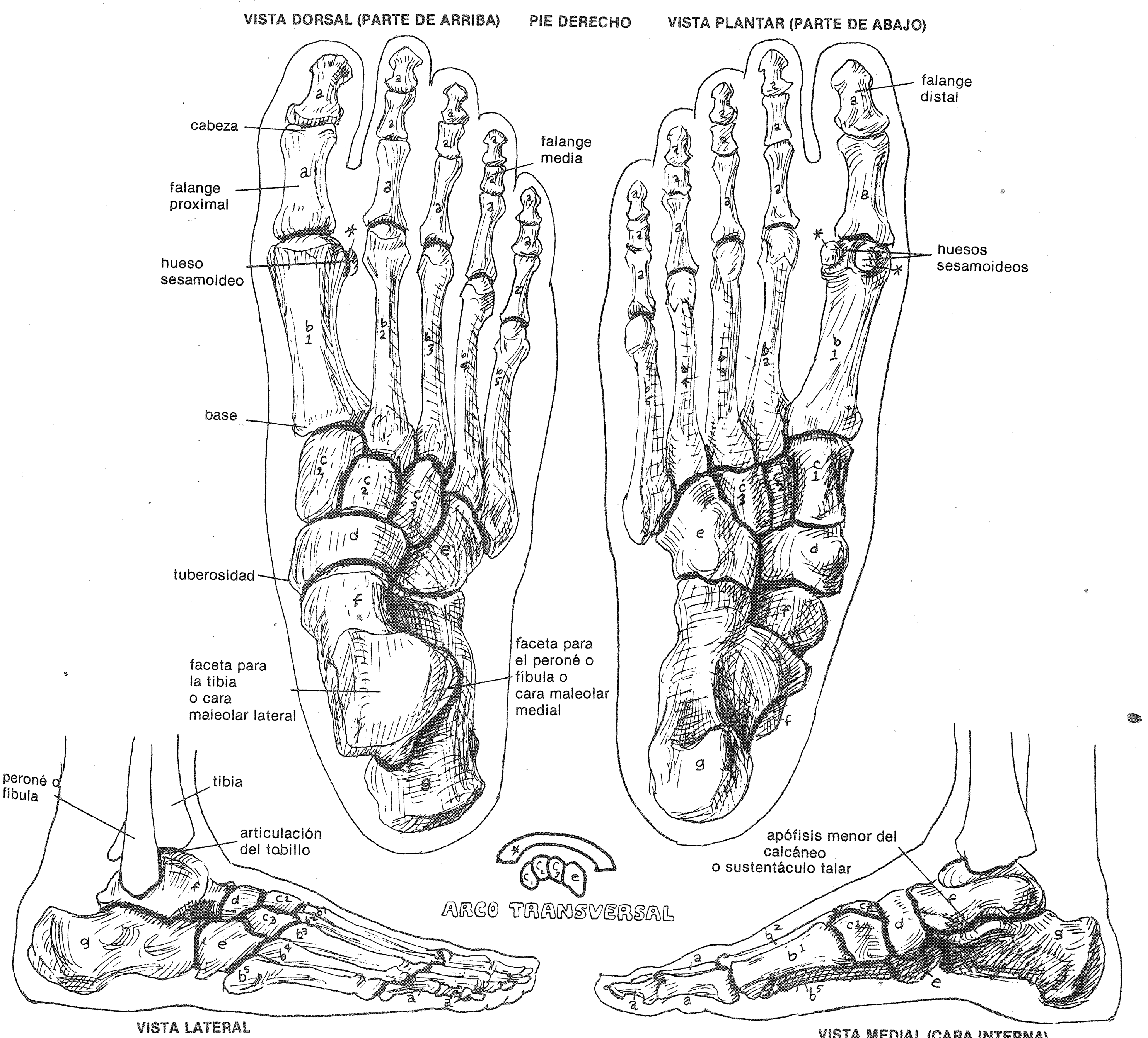
VISTA POSTERIOR

SISTEMA ESQUELÉTICO/ MIEMBRO INFERIOR
HUESOS DEL PIE.*

véanse también 20, 17

14 FALANGES a 5 METATARSIANOS b
3 CUNEIFORMES c ESCAFOIDES d
CUBOIDES e ASTRÁGALO f CALCÁNEO g

NC 7
1. Ilumine las cuatro vistas del pie.
2. De los pequeños esquemas que se encuentran en el centro y extremos inferiores sólo ilumine los huesos que tienen letra. Estos son los que contribuyen a formar los arcos del pie.

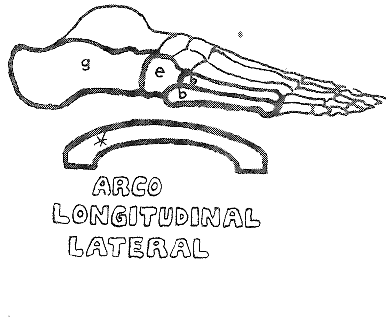


VISTA DORSAL (PARTE DE ARRIBA)   PIE DERECHO   VISTA PLANTAR (PARTE DE ABAJO)

cabeza
falange proximal
hueso sesamoideo
base
tuberosidad
faceta para la tibia o cara maleolar lateral
falange media
faceta para el peroné o fíbula o cara maleolar medial
falange distal
huesos sesamoideos
*
a
b 1
b 2
b 3
b 4
b 5
c 1
c 2
c 3
d
e
f
g
peroné o fíbula
tibia
articulación del tobillo
apófisis menor del calcáneo o sustentáculo talar
ARCO TRANSVERSAL

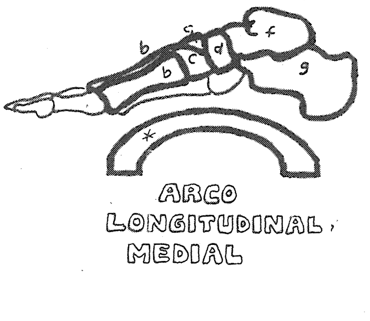
VISTA LATERAL

VISTA MEDIAL (CARA INTERNA)



g
e
b
*
ARCO LONGITUDINAL LATERAL

El pie es una estructura de soporte, móvil. Los largos huesos del metatarso y las cortas falanges están relacionadas con esta función. La arquitectura ósea, reforzada y mantenida por ligamentos e influenciada por músculos, forma los *arcos longitudinal y transversal*. Estos son importantes por absorber los golpes y dar equilibrio al cuerpo. El arco longitudinal (medial) transmite la fuerza del peso del cuerpo al piso cuando se está de pie y al primer ortejo durante la locomoción, creando así una gigantesca palanca que produce un efecto de muelleo al andar.



b
c
d
f
g
*
ARCO LONGITUDINAL MEDIAL

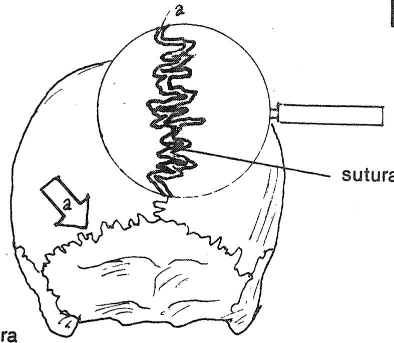
véase también 8

SISTEMA ESQUELÉTICO
CLASIFICACIÓN DE LAS ARTICULACIONES*

NC 13

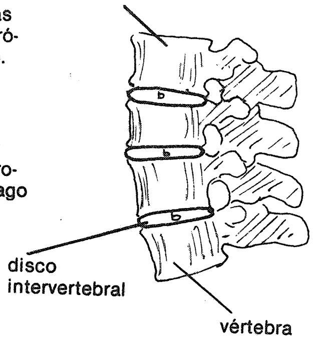
1. Ilumine todas las estructuras de la lámina que tienen letras.
2. Utilice un color obscuro para la cavidad sinovial (f).

Los huesos se encuentran conectados a nivel de las articulaciones. Los movimientos de estas últimas están determinados por la misma estructura de cada articulación. La estructura articular se clasifica en *fibrosa, cartilaginosa o sinovial.*



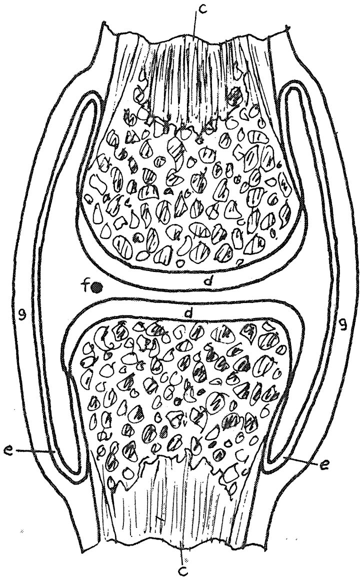
ARTICULACIÓN FIBROSA a

Los huesos están unidos por medio de tejido conectivo *fibroso* y no permiten el movimiento o lo hacen sólo muy restringidamente. Ejemplo: suturas entre los huesos planos de la bóveda craneana (inmóvil); ligamentos interóseos entre los huesos de la pierna y del antebrazo (parcialmente móviles).



ARTICULACIÓN CARTILAGINOSA b

Los huesos están unidos con tejido conectivo *cartilaginoso* reforzado por tejido fibroso, y permiten poco o ningún movimiento. Ejemplo: discos fibrocartilaginosos entre los cuerpos vertebrales (parcialmente móviles); cartílago entre las epífisis y diáfisis de los huesos en crecimiento (inmóviles).



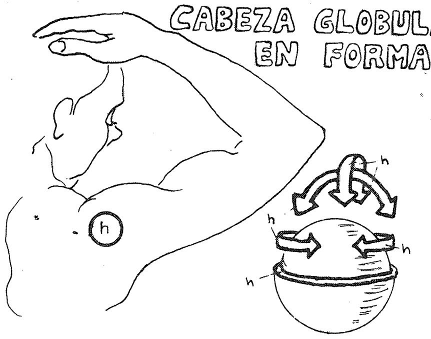
ARTICULACIÓN SINOVIAL (TÍPICA)*

HUESOS ARTICULADOS c
CARTÍLAGO ARTICULAR d
MEMBRANA SINOVIAL e
CAVIDAD SINOVIAL (LÍQUIDO) f●
CÁPSULA ARTICULAR (LIGAMENTO) g

Los huesos cubiertos de un capuchón cartilaginoso, se articulan dentro de una *cavidad* forrada de una membrana que secreta un *líquido* viscoso que absorbe el calor de fricción durante el movimiento. La *articulación sinovial* está rodeada de una *cápsula* fibrosa entrelazada con ligamentos y tendones.

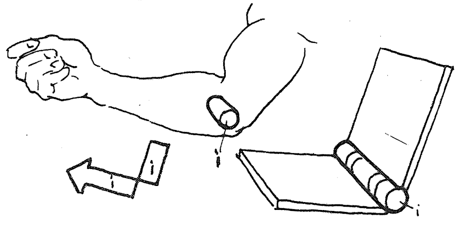
TIPOS DE ARTICULACIÓN SINOVIAL*

CABEZA GLOBULAR Y CAVIDAD EN FORMA DE COPA h



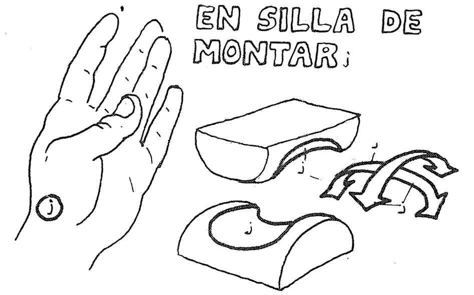
La cabeza globular de un hueso entra en la cabeza cóncava de otro, permitiendo todos los movimientos. Ejemplos: hombro y cadera.

BISAGRA i



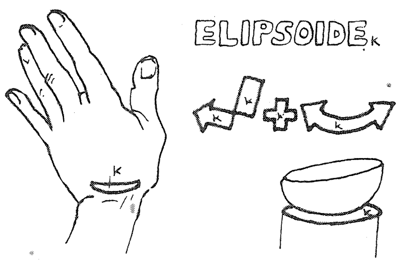
La superficie en forma de C de un hueso se mueve sobre la superficie redondeada de otro. El movimiento está limitado a la flexión y a la extensión. Ejemplos: codo, tobillo, articulaciones interfalángicas.

EN SILLA DE MONTAR j



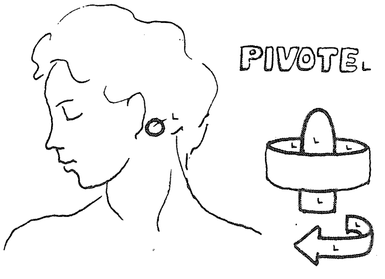
La superficie cóncava de dos huesos se articula uno sobre el otro (encaje recíproco). Son posibles todos los movimientos, pero la rotación es limitada. Ejemplo: articulación carpometacarpiana del pulgar.

ELIPSOIDE k



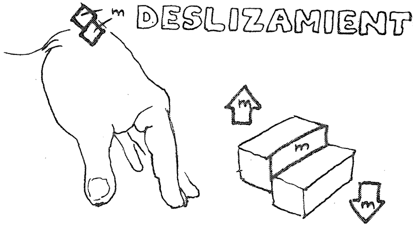
Esta es una articulación de cabeza globular y cavidad en forma de copa, pero en forma reducida por lo cual no permite la rotación. Ejemplos: la articulación radiocarpiana (muñeca).

PIVOTE L



Un anillo óseo rota alrededor de una apófisis ósea. El movimiento se limita a la rotación. Ejemplo: el cráneo sobre su atlas (1a. vértebra cervical), rota alrededor de la apófisis odontoides de la 2a. vértebra cervical.

POR DESLIZAMIENTO m



Dos superficies planas de dos huesos opuestos resbalan una sobre la otra. El movimiento está limitado al deslizamiento. Ejemplos: articulaciones intercarpales.

véase también 24

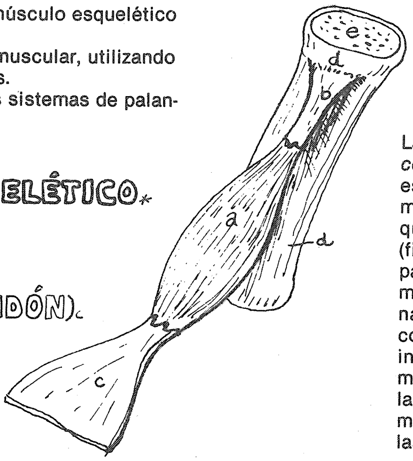
SISTEMA MUSCULAR/ UNA INTRODUCCIÓN

NC 14

1. Ilumine las cuatro partes de un músculo esquelético típico.
2. Ilumine los seis tipos de patrón muscular, utilizando un tono más claro para los tendones.
3. Ilumine los elementos de los tres sistemas de palancas.

UN MÚSCULO ESQUELÉTICO*

MASA MUSCULAR a
TENDÓN b
APONEUROSIS c (TENDÓN) c
PERIOSTIO d
HUESO e

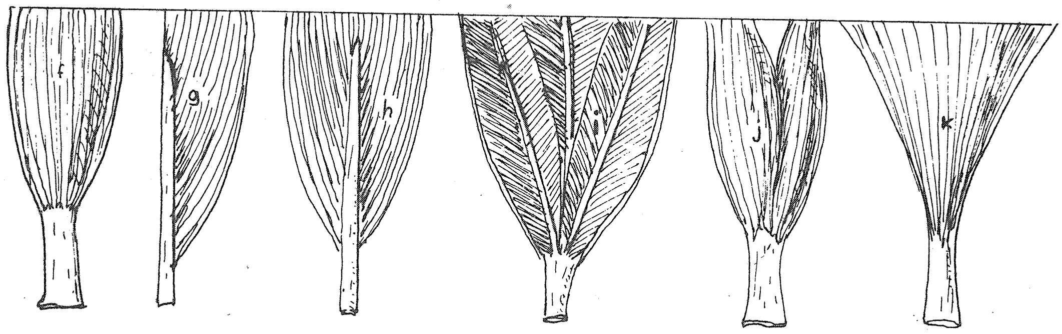


La forma del cuerpo es debida en su mayor parte al *músculo esquelético*, el tejido contráctil voluntario que mueve al esqueleto. El músculo esquelético requiere de gran cantidad de oxígeno y nutrientes para su mantenimiento, de lo contrario sufre espasmos. El músculo esquelético que usted ilumina es un conjunto de muchas células musculares (fibras) microscópicas, cada una de las cuales está envuelta por una capa fibrosa muy delgada. Conforme un músculo esquelético se acerca más al sitio de su inserción, los elementos de la *masa* contráctil terminan de manera más o menos abrupta, mientras que las fibras de tejido conectivo continuan como el *tendón* de inserción, otorgando una increíble resistencia a la tensión y tracción. Los tendones planos se llaman *aponeurosis*. Las fibras de colágena de un tendón se integran con las del *periostio* y del *hueso* para formar una construcción unitaria, una mezcla resistente a la mayor parte de las fuerzas traumáticas, excepto las más fuertes.

TIPOS DE MÚSCULO*

FUSIFORME f
UNIPENNADO g
BIPENNADO h
MULTIPENNADO i
BICIPITAL j
TRIANGULAR k

La fuerza contráctil de un músculo es en parte, atribuible a la arquitectura de sus fibras. Las variaciones en alcance y poder se relacionan con la configuración del músculo y sus fibras tendinosas. El corto alcance, pero gran poder y resistencia a la tensión, son características del músculo *multipennado*, en el cual muchas fibras musculares cortas se unen a conductos inclinados de tendón dentro de un espacio pequeño. En el tipo *fusiforme*, entre más largas las fibras, mayor es la amplitud del movimiento.



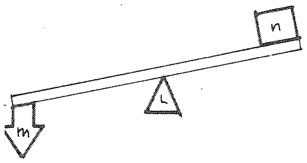
MECÁNICA DEL MOVIMIENTO*

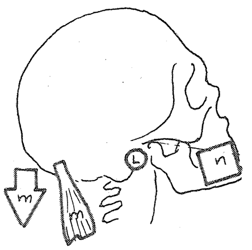
PUNTO DE APOYO L (ARTICULACIÓN) L
ESFUERZO m (MÚSCULO) m
RESISTENCIA n (PESO) n

Los músculos esqueléticos emplean máquinas simples, como las *palancas*, para aumentar la eficacia de la contracción. El grado de *esfuerzo muscular* requerido para vencer una resistencia depende de la fuerza de dicha resistencia (peso), y las distancias relativas entre el punto de apoyo al punto de resistencia (l-n) y entre el punto de apoyo al punto de esfuerzo muscular (l-m). La posición del *punto de apoyo* (l), en relación con los puntos (m) y (n), determina el tipo de sistema de palanca en uso.

PALANCA DE 1A CLASE*

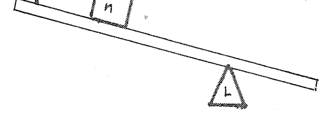
La resistencia siempre se encuentra entre el punto de apoyo (articulación) y el esfuerzo (músculo), tal como en el caso de levantar o de empujar una carretilla. En tal situación, entre más larga es la distancia l-m en relación con la distancia l-n, se obtiene una ventaja mecánica para el músculo que levanta el peso corporal sobre las cabezas de los metatarsianos.

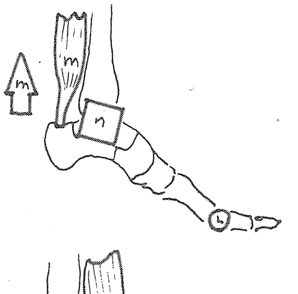




PALANCA DE 2A CLASE*

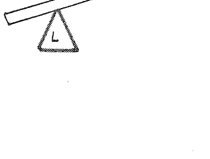
El punto de apoyo (articulación) siempre se encuentra entre el esfuerzo (músculo) y la resistencia (peso). éste es el tipo de palanca más efectivo. Teniendo un peso constante, entre más larga es la distancia l-m, en relación con la distancia l-n, se necesitará menor esfuerzo muscular.

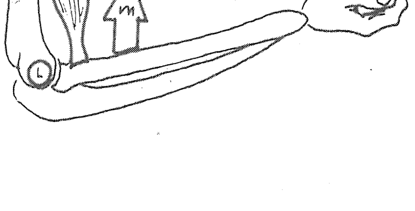




PALANCA DE 3A CLASE*

El esfuerzo muscular está localizado entre el peso y la articulación, lo que otorga una ventaja menos eficiente mecánicamente hablando. Para comparar las palancas de 2a. y 3a. clase: el levantar un peso de 25 Kg. con un brazo necesita mucho mayor esfuerzo muscular que el necesario para levantar el peso corporal de 75 Kg. cuando se alza sobre la cabeza de los metatarsianos.



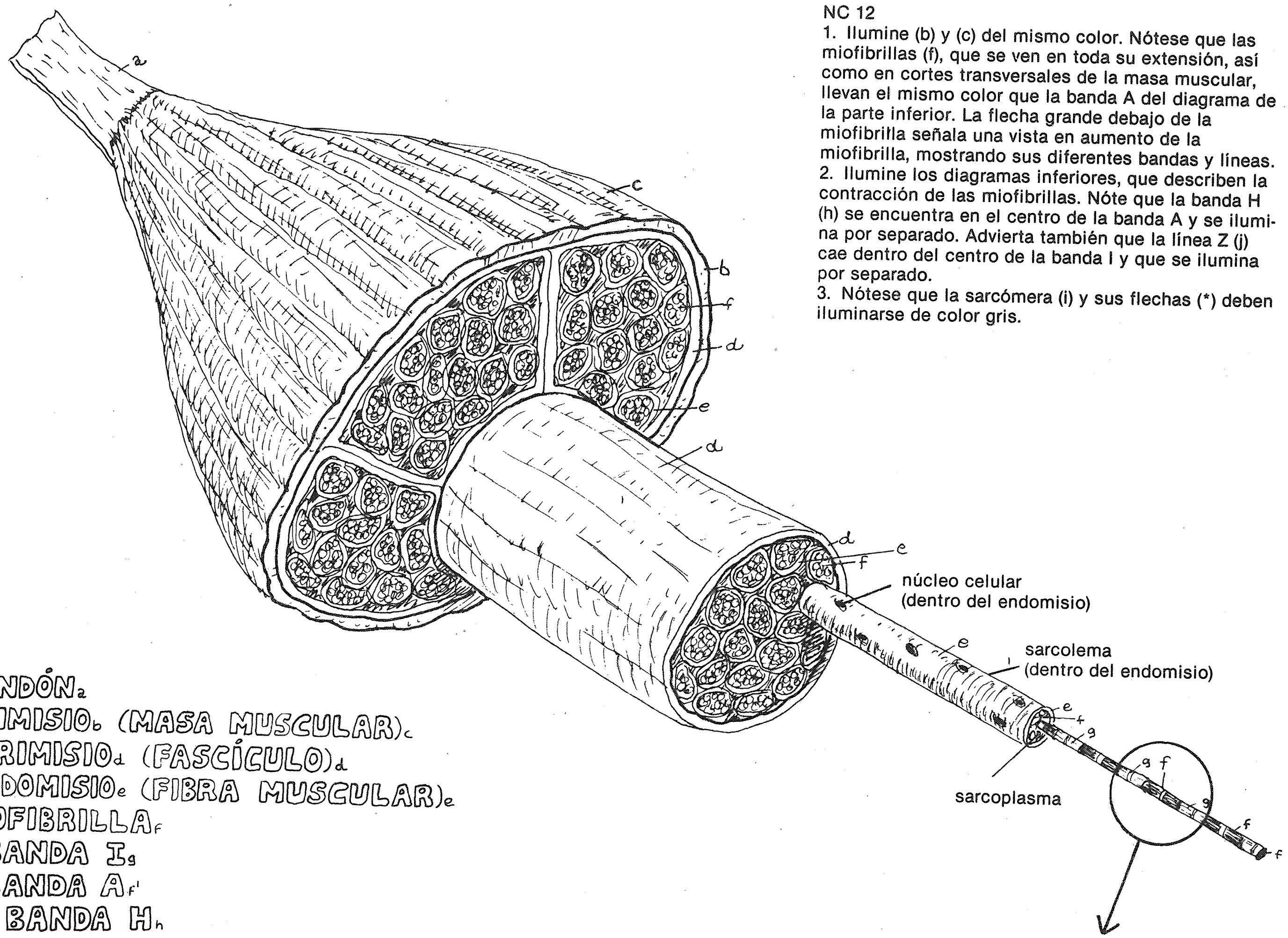


véase también 7

SISTEMA MUSCULAR
ESTRUCTURA DE UN MÚSCULO ESQUELÉTICO*

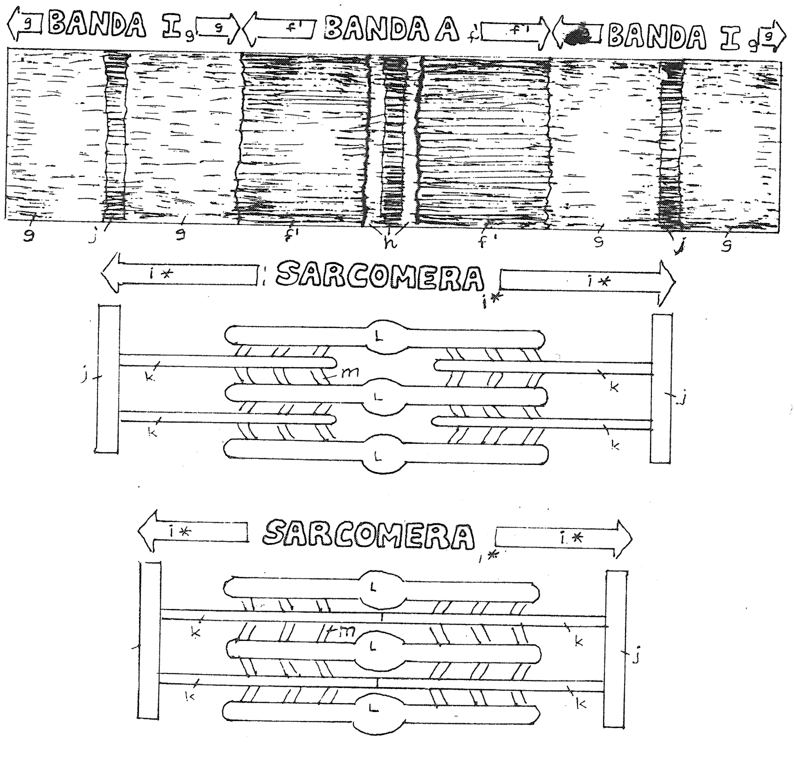
NC 12

1. Ilumine (b) y (c) del mismo color. Nótese que las miofibrillas (f), que se ven en toda su extensión, así como en cortes transversales de la masa muscular, llevan el mismo color que la banda A del diagrama de la parte inferior. La flecha grande debajo de la miofibrilla señala una vista en aumento de la miofibrilla, mostrando sus diferentes bandas y líneas.
2. Ilumine los diagramas inferiores, que describen la contracción de las miofibrillas. Nóte que la banda H (h) se encuentra en el centro de la banda A y se ilumina por separado. Advierta también que la línea Z (j) cae dentro del centro de la banda I y que se ilumina por separado.
3. Nótese que la sarcómera (i) y sus flechas (*) deben iluminarse de color gris.



TENDÓN$_a$
EPIMISIO$_b$ (MASA MUSCULAR)$_c$
PERIMISIO$_d$ (FASCÍCULO)$_d$
ENDOMISIO$_e$ (FIBRA MUSCULAR)$_e$
MIOFIBRILLA$_f$
  BANDA I$_g$
  BANDA A$_{f'}$
    BANDA H$_h$
  SARCOMERA$_{i*}$
    LINEA Z$_j$
    ACTINA$_k$
    MIOSINA$_L$
    PUENTES TRANSVERSALES$_m$

El *músculo esquelético* consiste en grupos (fascículos) de células musculares (fibras), cada una de las cuales está envuelta en una membrana de tejido conectivo (*epimisio, perimisio, endomisio*, respectivamente). Conforme el músculo esquelético se acerca a su inserción, terminan las fibras musculares y se continúa con tejido conectivo en forma de *tendón*. Una célula muscular está constituida por varios núcleos repartidos en una masa de miofibrillas dentro del citoplasma (sarcoplasma) limitados por la membrana celular (sarcolema). Se ha demostrado que las *miofibrillas* son un conjunto de *miofilamentos* arreglados en un patrón dado. La unidad básica de este patrón es la *sarcómera* (*). Dentro de la sarcómera, las áreas obscuras y claras se llaman bandas (I, A, H), y éstas se hallan formadas por la disposición de los filamentos de *actina* (j) y de *miosina* (k). Cuando una fibra de músculo esquelético se contrae, los filamentos de actina dentro de la sarcómera se deslizan uno hacia el otro, pasando los filamentos de miosina, rompiendo y reconstruyendo los *puentes transversales*. Los filamentos de miosina no se mueven. De esta manera, uno puede suponer que las bandas A tienen una longitud constante durante la contracción, mientras que las bandas I y H se acortan durante la misma. De esta manera, las *líneas Z* se acercan, y la longitud total del músculo se acorta hasta cerca de un tercio de su longitud de reposo.



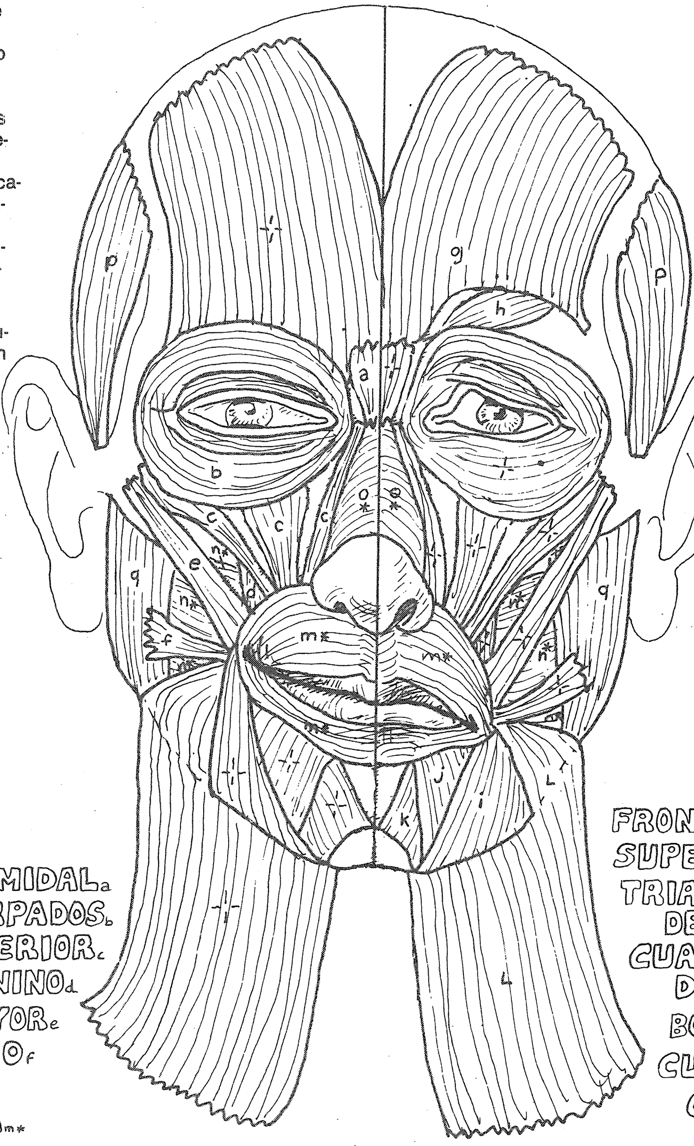
SISTEMA MUSCULAR/ LA CABEZA
MÚSCULOS DE LA EXPRESIÓN FACIAL* Y DE LA MASTICACIÓN.

véase también 11

NC 14

1. Ilumine los músculos que crean la expresión placentera en el lado izquierdo, utilizando colores brillantes, cálidos y alegres. Ilumine únicamente los músculos señalados con letra.
2. Ilumine los músculos de la derecha utilizando colores azulados y más serios; también sólo los marcados con letra.
3. Ilumine de color gris el resto de los músculos faciales (m, m, o) que no contribuyen a las expresiones anteriores.
4. Ilumine los principales músculos de la masticación (p, q) de un color neutral (café) en ambos lados de la cara y en el diagrama inferior derecho. Utilice dos colores nuevos para los otros músculos masticadores (r, s) que se muestran en el esquema inferior izquierdo.
5. En el esquema inferior derecho ilumine los músculos de expresión facial de color gris (*) ilumine los músculos de la masticación como se indica anteriormente.

Los *músculos de la expresión facial* generalmente se inician en hueso o cartílago y se insertan en la fascia superficial o en uno de los esfínteres musculares de la órbita (b) o de la boca (m). Estos son músculos muy finos y delicados sobre los cuales el sistema nervioso tiene control muy preciso, como usted habrá podido darse cuenta por el sin número de expresiones que se pueden crear. La boca es la estructura más móvil de la cara, de ahí que la mayoría de los músculos faciales se insertan en el esfínter de ésta (m). Conforme ilumine cada músculo, trate de contraer el mismo en su propia cara frente a un espejo y observe lo que sucede. Estos músculos están innervados en su mayoría por el nervio facial; el daño de este nervio produce que los músculos del lado afectado se tornen flácidos y la piel se "cuelgue", especialmente alrededor de los ojos y la boca, como si estuviera jalado hacia el lado contrario



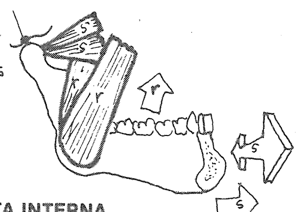
PIRAMIDAL a
ORBICULAR DE LOS PARPADOS b
ELEVADOR DEL LABIO SUPERIOR c
CANINO d
CIGOMÁTICO MAYOR e
RISORIO f

FRONTAL g
SUPERCILIAR h
TRIANGULAR DE LOS LOS LABIOS i
CUADRADO DE LA BARBA j
BORLA DEL MENTÓN k
CUTÁNEO DEL CUELLO l

ORBICULADOR DE LA BOCA m*
BUCCINADOR n*
NASAL o*

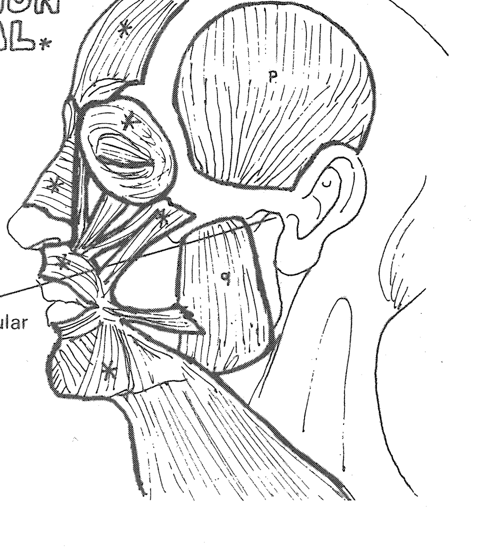
MUSCULOS DE LA MASTICACIÓN.

TEMPORAL p
MASETERO q
PTERIGOIDEO INTERNO r
PTERIGOIDEO EXTERNO s



VISTA INTERNA
DE LA MANDÍBULA IZQUIERDA

MÚSCULOS DE LA EXPRESIÓN FACIAL*



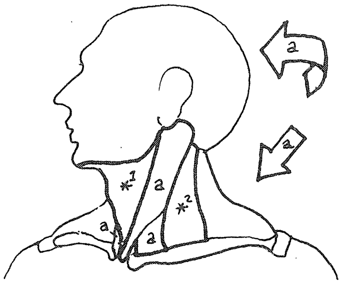
Los *músculos de la masticación* se insertan en la mandíbula. Los dos músculos principales se muestran en el esquema inferior derecho y los dos músculos profundos, en el esquema inferior izquierdo. La articulación temporomandibular tipo bisagra permite movimientos de elevación y depresión de la mandíbula, así como una ligera protrusión y movimientos laterales. Sólo el *pterigoideo externo o lateral* tiene una acción depresora de la mandíbula, ya que es la gravedad la que tiene un papel más importante en este movimiento. Todos reconocemos intuitivamente que en ocasiones parece necesitarse más energía para mantener nuestra boca cerrada y eso es natural porque tiene una base anatómica.

EL CUELLO $*$

NC 5

1. Ilumine el esternocleidomastoideo (a) y las flechas direccionales en el esquema superior derecho y en el esquema principal. Coloree también el título.
2. Ilumine los músculos suprahioideos en un color y el hueso hioides de otro más brillante. Después ilumine los músculos infrahioideos de un solo color y acto seguido los músculos del triángulo posterior con otro color. Coloree asimismo sus títulos.
3. Ilumine los dos triángulos del diagrama superior derecho ($*^1$, $*^2$) de color gris así como sus títulos en la porción izquierda de la lámina y en la esquina inferior derecha.

El *cuello* es un área extremadamente complicada desde cualquier punto de vista, y la estructura muscular no es la excepción. Aquí se muestran los músculos más superficiales del cuello, localizados en dos áreas trinagulares divididas por el músculo esternocleidomastoideo. No se muestran los músculos profundos que sujetan el cráneo y las vértebras cervicales, la mayoría de los músculos profundos de la espalda y cuello ni los músculos intrínsecos de la laringe y la lengua.



ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO a

El esternocleidomastoideo es un músculo importante en la rotación, flexión y aun extensión de la cabeza. Este músculo es una estructura clave ya que separa los triángulos anterior y posterior del cuello. La arteria carótida interna, la vena yugular interna y el nervio vago corren en lo profundo de estos músculos.

TRIÁNGULO ANTERIOR DEL CUELLO $*^1$

El *triángulo anterior* está limitado por arriba por la mandíbula, el músculo esternocleidomastoideo lateralmente y el plano mediano del cuello. También se han nombrado subdivisiones triangulares dentro de esta área. Esta región tiene muchos nervios y vasos importantes.

MÚSCULOS SUPRAHIOIDEOS b

ESTILOHIOIDEO b^1
DIGÁSTRICO b^2
MILOHIOIDEO b^3
HIOGLOSO b^4

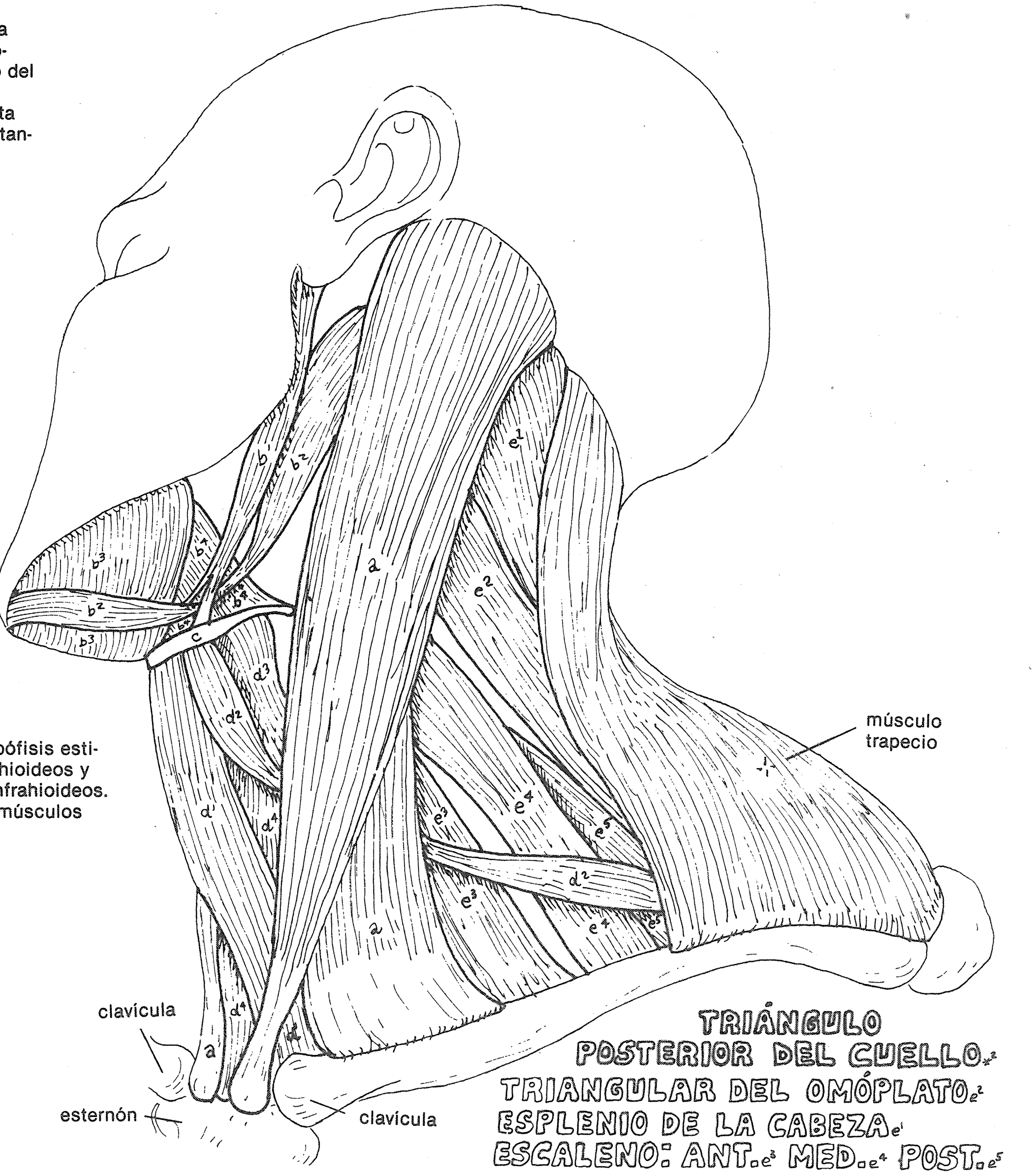
Los *músculos suprahioideos* generalmente unen el hueso hioides con el piso de la lengua y la mandíbula. Tienen influencia en los movimientos de la lengua y del hueso hioides en la deglución, y junto con los músculos infrahioideos, estabilizan el hueso hioides. Vasos y nervios que van a la lengua y a la glándula salival submaxilar se encuentran localizados en esta región.

HUESO HIOIDES c

El *hueso hioides* está suspendido de las apófisis estiloides del cráneo por los ligamentos estilohioideos y es estabilizado por los músculos supra e infrahioideos. Proporciona un sitio de inserción para los músculos que actúan en la lengua y la laringe.

MÚSCULOS INFRAHIOIDEOS d

ESTERNOHIOIDEO d^1
HOMOHIOIDEO d^2
TIROHIOIDEO d^3
ESTERNOTIROIDEO d^4



Los *músculos infrahioideos* parten generalmente del esternón, del cartílago tiroides de la laringe o de la escápula (omo) y se insertan en el hueso hioides. Estos músculos resisten la elevación del hueso hioides durante la deglución y actúan deprimiendo la laringe durante la vocalización. Existen vasos y nervios importantes que cruzan esta área incluyendo aquéllos que van a nutrir la glándula tiroides.

TRIÁNGULO POSTERIOR DEL CUELLO $*^2$

TRIANGULAR DEL OMÓPLATO e^2
ESPLENIO DE LA CABEZA e^1
ESCALENO: ANT. e^3 MED. e^4 POST. e^5

El *triángulo posterior* se encuentra cruzado por vasos y nervios importantes que van al miembro superior. Su borde posterior lo constituye el músculo trapecio; el borde anterior es el músculo esternocleidomastoideo y su base es la clavícula. Los músculos de esta región se inician en el cráneo y las vértebras cervicales, y se dirigen a las costillas (*escalenos*), a la escápula (*omohioideo y triangular del omóplato*) y a las espinas de las vértebras cervicales torácicas.

SISTEMA MUSCULAR/ EL TORSO
MÚSCULOS PROFUNDOS DE LA ESPALDA Y CUELLO.*

LÁMINA 27

véanse también 13, 14

NC 18

1. Ilumine los diferentes músculos que se enumeran abajo. Nótese que los músculos más profundos se encuentran representados en el lado izquierdo de la columna vertebral
2. Ilumine los músculos suboccipitales y de la base del cráneo y áreas relacionadas que se encuentran en el esquema inferior izquierdo.
3. Ilumine tanto los músculos intercostales externos como su título en la parte derecha del esquema.

Los *músculos profundos de la espalda* sirven para estabilizar los múltiples huesos de la columna vertebral (músculos cortos que se extienden a una o dos vértebras); influencian la postura de la espalda y las curvaturas de la columna vertebral; y extienden (músculos largos), flexionan lateralmente (músculos largos y cortos) y rotan (músculos cortos) toda o en parte a la columna. Éstos llenan en su mayoría el canal entre el ángulo de las costillas y las espinas vertebrales. Su innervación la reciben a partir de nervios segmentarios (ramas posteriores de nervios espinales) y no de plexos nerviosos. Estos músculos se encuentran por debajo de los músculos del miembro superior que se originan en la espalda.

SERRATOS POSTERIORES:*
SUPERIOR$_a$ INFERIOR$_b$

Estos músculos por ser sumamente delgados a menudo son pasados por alto durante la disección, y su función no está muy clara. A pesar de que se insertan en las costillas, su efecto en la respiración es mínimo. Estos son los músculos más superficiales de los músculos profundos de la espalda.

ESPLENIOS:*
DE LA CABEZA$_c$ DEL CUELLO$_d$

Estos músculos también se conocen como músculos "en venda", específicamente refiriéndose al de *la cabeza*, que recubre y mantiene en su lugar músculos más profundos del cuello. Son movilizadores importantes de la cabeza, extendiéndola y rotándola en conjunción con el esternocleidomastoideo del lado opuesto.

ERECTOR ESPINAL:$_s$
EPIESPINOSO$_e$ DORSAL LARGO$_f$ ILIOCOSTAL$_g$

Estos son los movilizadores principales de la espalda y la fuente más probable de espasmos musculares y dolor en la parte baja de la espalda. Son músculos gruesos, cuadrilaterales de la región lumbar que se dividen en haces gruesos (espinales, etc.) hacia las costillas, vértebras superiores, cuello y cabeza en su ascenso. Extienden y flexionan lateralmente la columna vertebral.

TRANSVERSOESPINOSO:●
SEMIESPINALES:*
DE LA CABEZA$_h$ CERVICAL$_i$ TORÁCICO$_j$
MULTÍFIDO$_k$ ROTATORIOS$_l$ ELEVADORES$_m$

Los músculos de este grupo son, en su mayor parte, rotadores de la columna, ya que generalmente van de la apófisis transversa de una vértebra a la espina de la vértebra superior, o pueden extenderse a 3 ó 4 vértebras. Los *semiespinales* son los músculos más grandes de este conjunto; extienden la columna vertebral.

INTERTRANSVERSOS$_n$
INTERESPINOSOS$_o$

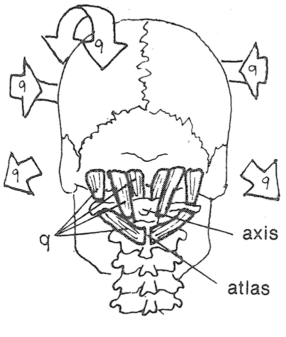
Estos son músculos muy pequeños que se encuentran por debajo de los músculos más grandes, extienden (*interespinales*) y flexionan lateralmente la columna vertebral.

FASCIA NUCAL$_p$

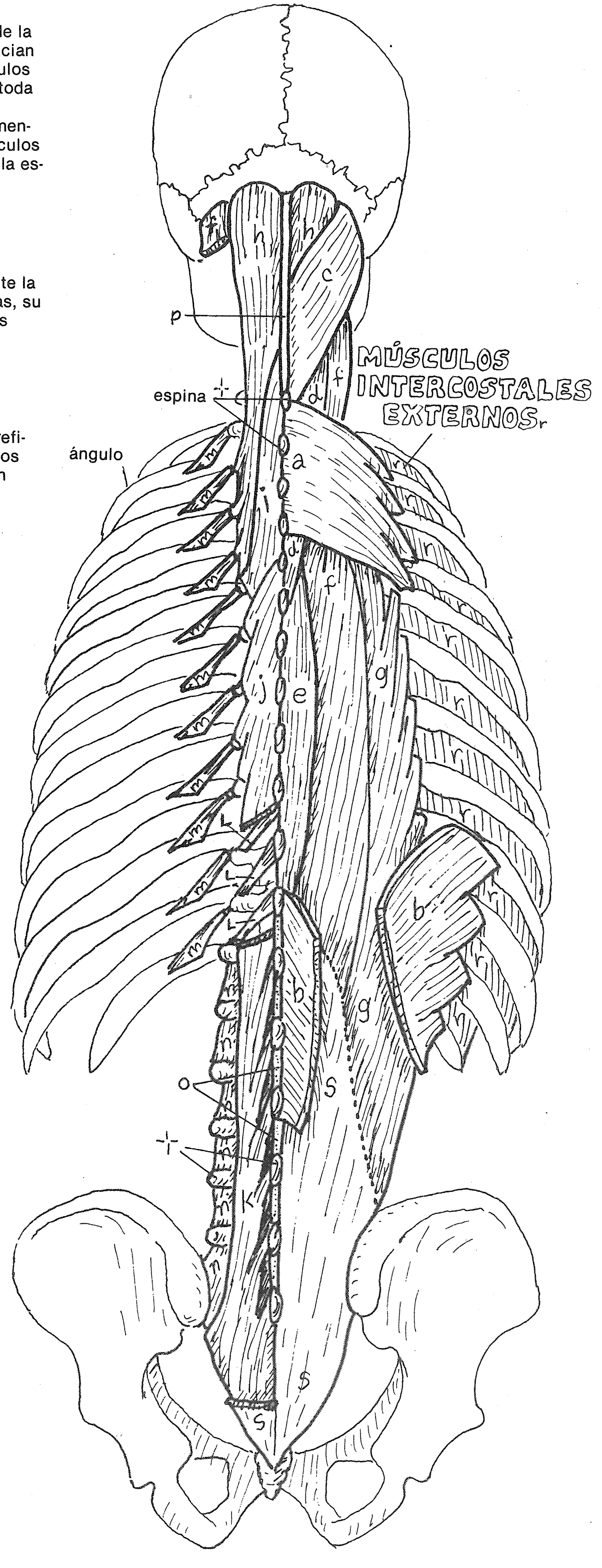
Es un ligamento en forma de vela, cuyo "mástil" es la línea media del hueso occipital y cuyo "botalón" lo constituyen las espinas de las vértebras cervicales. "Navega" en el canal de la curvatura cervical y sirve de inserción a los músculos posteriores del cuello en la parte plana de la "vela". Este ligamento resiste la flexión pasiva de la cabeza.

MÚSCULOS SUBOCCIPITALES$_q$

Estos pequeños músculos se encuentran en lo profundo de la parte posterior del cuello, rotan el atlas (vértebra CI) sobre el axis (vértebra C2) (el cráneo se mueve junto con el atlas). También extienden el cráneo sobre el atlas. Se les considera músculos posturales más que movilizadores.



MÚSCULOS INTERCOSTALES EXTERNOS$_r$

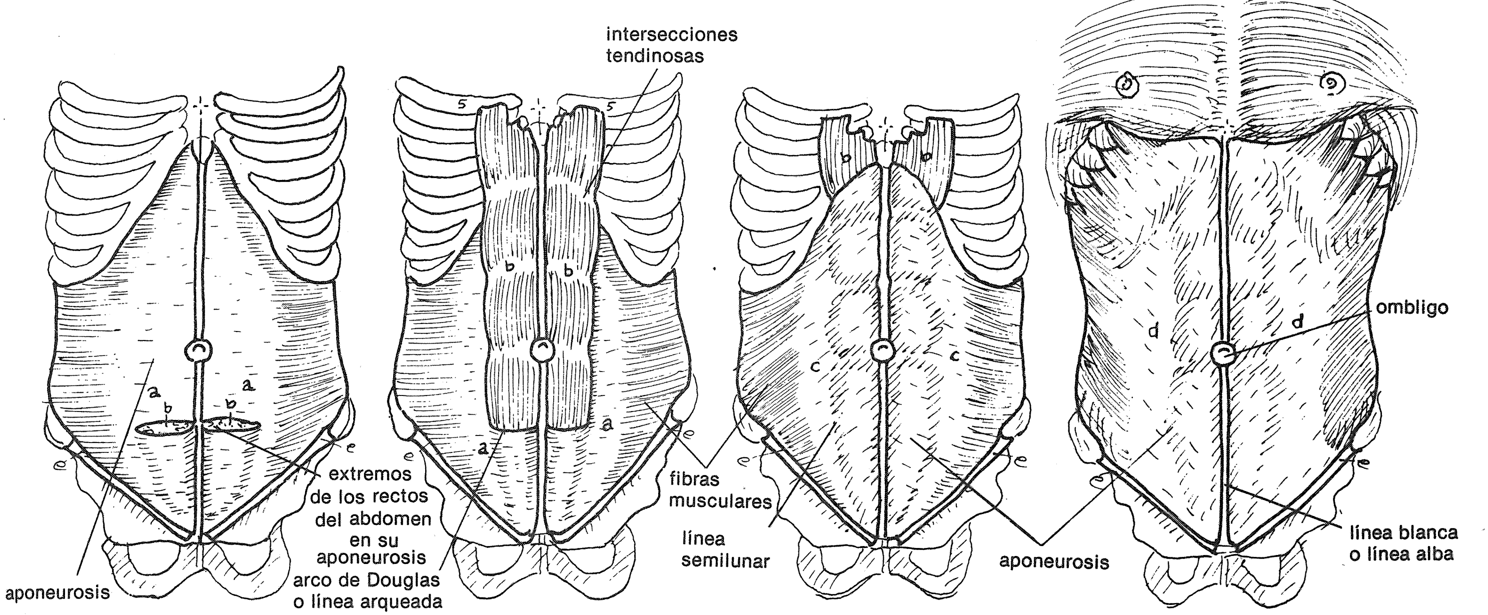


SISTEMA MUSCULAR/EL TORSO

MÚSCULOS DE LA PARED ABDOMINAL ANTERIOR* Y DE LA REGIÓN INGUINAL*

NC 8

1. Ilumine las capas de músculos abdominales. En a, c y d, note que la porción central de cada músculo es una aponeurosis que contribuye a recubrir el recto del abdomen. La membrana o aponeurosis debe ser iluminada de un tono más claro que el utilizado para la porción muscular. Esta porción muscular está indicada por un sombreado más obscuro. En el esquema inferior derecho se muestran los cuatro músculos y la aponeurosis que los recubre.
2. Las intersecciones tendinosas horizontales del recto del abdomen también deben ir de un color más claro.
3. En todos los esquemas la línea blanca debe dejarse sin iluminar.
4. Ilumine en el esquema inferior derecho, el músculo del cremáster del mismo color que el oblicuo menor o interno del cual es una extensión.
5. Ilumine el resto de las estructuras de la región inguinal.


intersecciones tendinosas
ombligo
a
b
a
b
extremos de los rectos del abdomen en su aponeurosis
aponeurosis
arco de Douglas o línea arqueada
e
5
5
b
b
a
a
e
b
b
c
c
fibras musculares
línea semilunar
e
e
d
d
aponeurosis
línea blanca o línea alba
e

TRANSVERSO DEL ABDOMEN a

RECTOS DEL ABDOMEN b

OBLICUO MENOR c

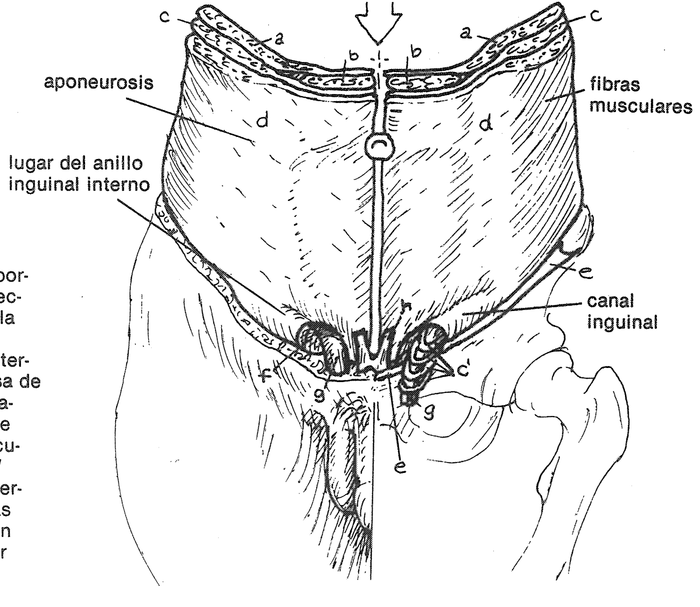
OBLICUO MAYOR d

En general, los músculos de la *pared anterior del abdomen* son similares a los músculos intercostales de la pared torácica en cuanto a orientación se refiere. El músculo más profundo es el *transverso del abdomen*, que corresponde al músculo intercostal más interno el cual es muy delgado. El transverso encierra las fibras más bajas del recto; después forma parte de la capa posterior de la aponeurosis del mismo. El *recto del abdomen* surge en segmentos divididos o conectados por tendones planos; cuenta con un recubrimiento al que contribuyen las *aponeurosis* de los otros 3 músculos abdominales, y es un flexor dudoso de la columna vertebral. Las fibras de los *oblicuos menor o interno y mayor o externo* están orientadas a unos 90° uno del otro y corresponden a los músculos intercostales internos y externos, respectivamente. Estos músculos tienen una acción importante en la compresión del contenido abdominal, como al hacer un esfuerzo, y contribuyen a la flexión y rotación del torso. Todos estos músculos entran en acción al hacer el movimiento de incorporarse con objeto de quedar sentado.

REGIÓN INGUINAL*
LIGAMENTO INGUINAL e
MÚSCULO DEL CREMÁSTER c'
ORIFICIO INGUINAL EXTERNO f
CORDÓN ESPERMÁTICO g
LIGAMENTO FUNDIFORME DEL PENE h

La *región inguinal* es la porción media e inferior de la pared abdominal y es importante, ya que el cordón espermático atraviesa la pared oblicuamente en su trayecto desde la cavidad pélvica hacia el escroto. Esto crea un defecto potencial en la pared abdominal a nivel de su trayecto hacia el canal inguinal. Bajo presión, pueden herniarse asas de intestino o grasa intraabdominal a través del anillo interno, causando ciertas molestias. Esto es potencialmente peligroso, ya que un asa de intestino con sus vasos puede quedar atrapada y estrangulada en el canal. Al pasar el *cordón espermático* (conducto espermático, vasos sanguíneos) a través de la pared abdominal, toma una capa representativa de cada uno de los tres músculos. Estos contribuyen al recubrimiento del cordón espermático. El *músculo del cremáster*, uno de los recubrimientos, es una extensión del oblicuo menor o interno y tiene un ligero efecto elevador sobre el cordón y el testículo, un efecto más fácilmente visible en los niños. La región inguinal de la mujer está construida en forma similar, excepto que un ligamento fibroso pasa a través del canal en lugar de un conducto y vasos.

APONEUROSIS DE LOS RECTOS DEL ABDOMEN:
APONEUROSIS DE*
TRANSVERSOS DEL ABDOMEN a
OBLICUO MENOR c
OBLICUO MAYOR d



SISTEMA MUSCULAR/ EL TORSO

MÚSCULOS DE LA PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN*
DIAFRAGMA TORÁCICO Y MÚSCULOS INTERCOSTALES*

LÁMINA 29

véanse también 14, 77, 89

NC 12

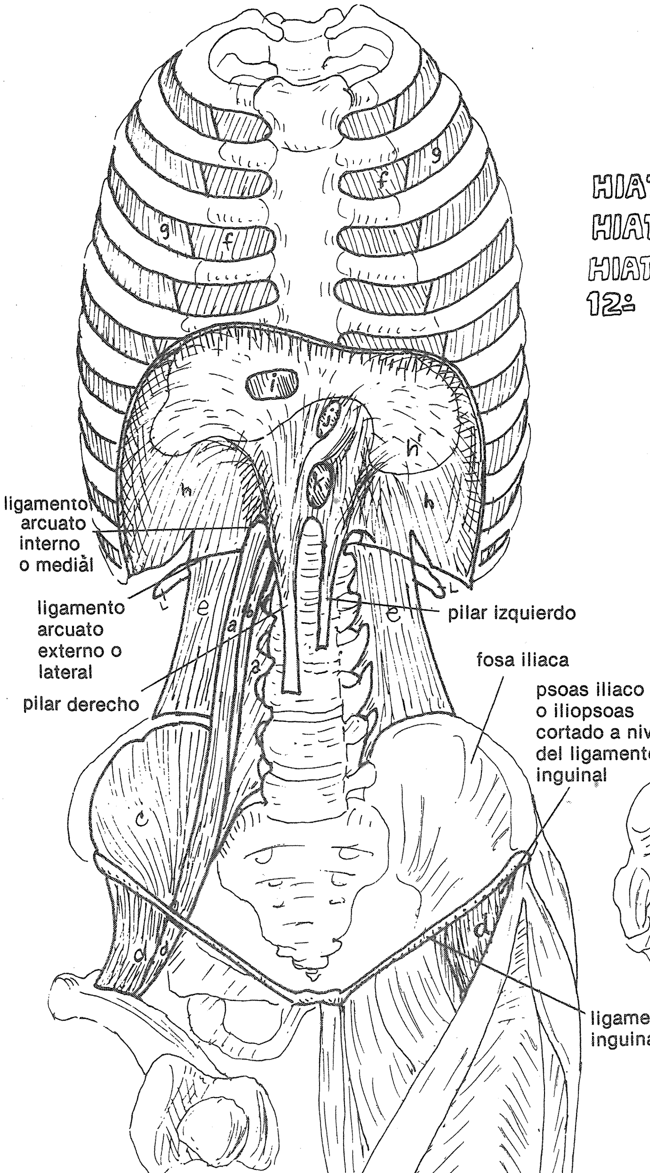
1. Ilumine los músculos de la pared posterior del abdomen (a-e) tanto en la vista anterior como posterior.
2. Ilumine los músculos intercostales y el diafragma. Para separar el músculo del diafragma de su tendón, ilumine de tono más claro el área del tendón central (h').
3. Ilumine las otras estructuras con letra (i-l), utilizando el color rojo para k y k' y azul para i e i'.

PSOAS ILIACO: d
  PSOAS MAYOR a
  PSOAS MENOR b
  ILIACO c
CUADRADO LUMBAR e
INTERCOSTAL INTERNO f
INTERCOSTAL EXTERNO g
DIAFRAGMA h
  CENTRO FRÉNICO h'

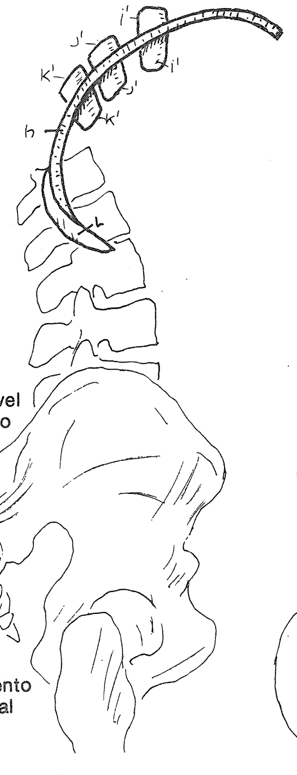
Los *músculos intercostales* ocupan el espacio entre las costillas y son músculos importantes en la respiración. Ellos cambian las dimensiones (volumen) de la cavidad torácica y por lo tanto crean cambios de presión dentro de ella. La porción anterior de los músculos intercostales externos es membranosa y transparente; a través de ella pueden verse los músculos intercostales internos (f). El *diafragma* es un gran músculo que sella herméticamente la parte inferior de la cavidad torácica. Se contrae durante la inspiración, se relaja al expirar y es el músculo principal de la respiración (véase la lámina 77 en Mecánica de la respiración). El diafragma se origina en el apéndice xifoides, las seis costillas inferiores y las vértebras lumbares, las porciones derecha e izquierda se insertan una con otra en el centro mediante el *centro frénico o centro tendinoso.* La arteria principal del corazón al abdomen (*aorta*), la vena principal que va hacia el corazón desde el abdomen y porciones inferiores (*vena cava inferior*), y el *esófago* pasan a través de orificios individuales (*hiatos*) en el diafragma.

HIATO DE LA VENA CAVA i VENA CAVA INFERIOR i'
HIATO DEL ESÓFAGO j ESÓFAGO j'
HIATO AÓRTICO k AORTA k'
12ª COSTILLA L

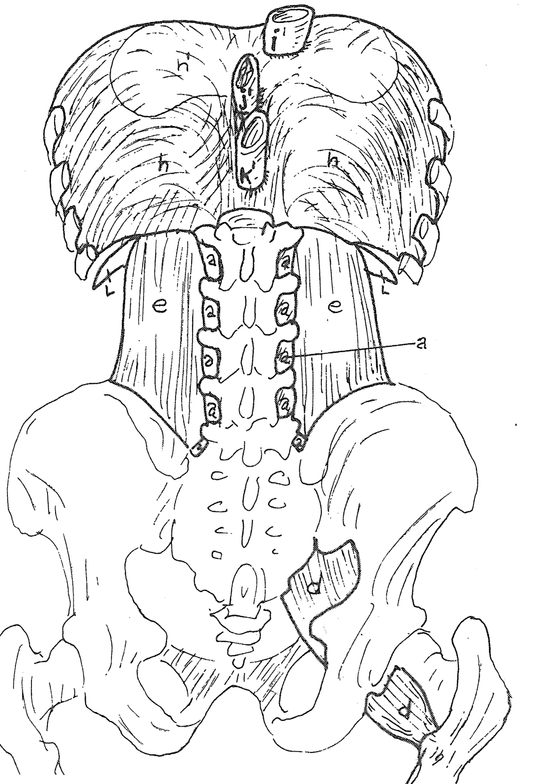
VISTA POSTERIOR


g
f
g
f
i
j
k
h'
h
h
ligamento arcuato interno o medial
ligamento arcuato externo o lateral
pilar derecho
pilar izquierdo
e
e
a
b
L
L
fosa iliaca
psoas iliaco o iliopsoas cortado a nivel del ligamento inguinal
c
d
d
d
ligamento inguinal

FLEXOR DEL MUSLO d



VISTA ANTERIOR


i'
h'
j'
k'
h
h
L
L
e
e
a
a
d
d
trocánter menor

VISTA LATERAL

trocánter menor

El psoas iliaco o iliopsoas es el flexor principal de la articulación de la cadera. Puede tener cierta acción en el equilibrio del torso al permanecer sentado. De pie, existe evidencia de que el psoasiliaco contrarresta la tendencia del torso a caer hacia atrás de la línea de gravedad, la que pasa un poco por detrás de las articulaciones de las caderas. Es sin duda, un músculo postural importante que alinea el miembro inferior con el tronco.

SISTEMA MUSCULAR/ EL TORSO
MÚSCULOS PERINEALES Y PISO PÉLVICO*

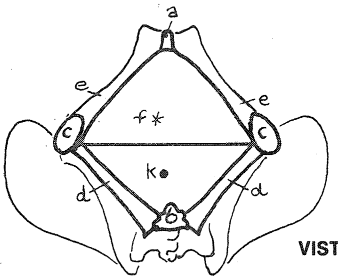
NC 12

1. Ilumine el diagrama superior izquierdo del periné. Luego coloree las estructuras b, c, d, en los esquemas masculino y femenino.
2. Ilumine los músculos del triángulo urogenital.
3. Ilumine los músculos del triángulo anal.
4. Ilumine el diagrama inferior izquierdo que muestra la relación que tiene el elevador del ano en forma de cabestrillo, con el diafragma urogenital.

EL PERINÉ (LÍMITES)*

SÍNFISIS DEL PUBIS a
CÓXIS b
TUBEROSIDAD ISQUIÁTICA c
LIGAMENTO SACROCIÁTICO MAYOR d
RAMA ISQUIOPÚBICA e

El *periné* es la región que se encuentra por debajo de la cavidad pélvica y localizada dentro de la apertura pélvica. Está limitada por las estructuras a-e. Su piso está constituido por piel; su techo es el diafragma pélvico, la mayor parte del cual está formado por el músculo elevador del ano. Este músculo también es el piso de la pelvis. Por razones descriptivas, el periné en forma de diamante se ha dividido en dos triángulos por arriba y abajo de la *tuberosidades isquiáticas*: el *urogenital y el anal*.



VISTA DESDE ABAJO

TRIÁNGULO UROGENITAL f*

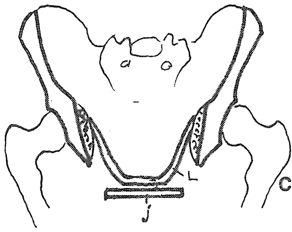
ISQUIOCAVERNOSO g
BULBOESPONJOSO h
TRANSVERSO DEL PERINÉ i
DIAFRAGMA UROGENITAL j

Los músculos *isquiocavernoso* y *bulboesponjoso* recubren la raíz de los cuerpos eréctiles del pene y el clítoris, y ayudan a su erección al comprimir dichos cuerpos y evitar el drenaje de las venas. El músculo bulboesponjoso también se contrae rítmicamente durante la eyaculación, forzando el semen a través de la uretra del pene. Los *transversos del periné* estabilizan el cuerpo perineal, lo que ayuda a mantener fijas en su lugar a las estructuras perineales. Los músculos del *diafragma urogenital* tienen importancia en la micción (excretar orina) y en la eyaculación.

TRIÁNGULO ANAL k•

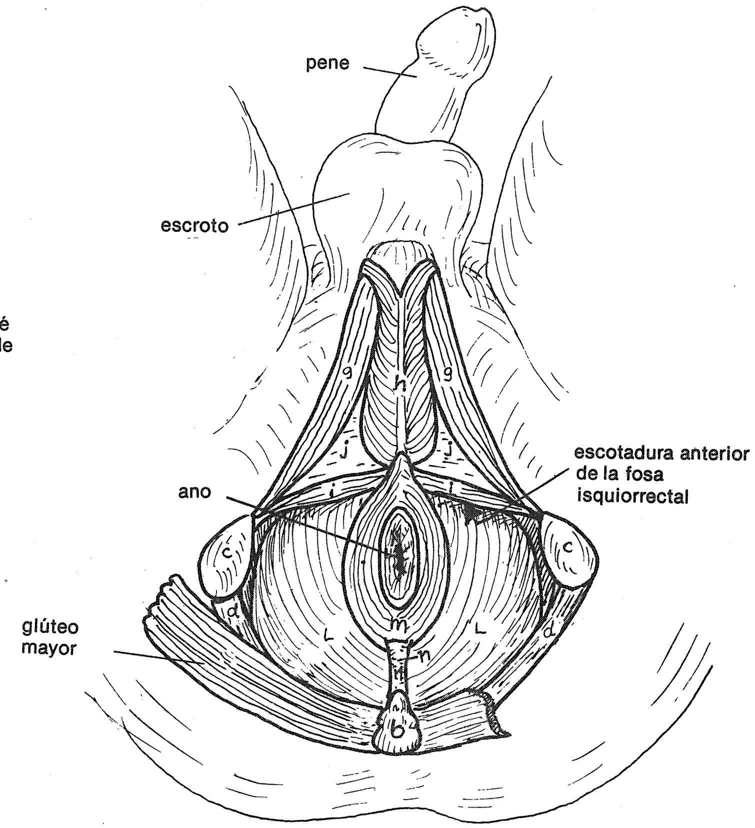
ELEVADOR DEL ANO (DIAFRAGMA PÉLVICO) L
ESFÍNTER EXTERNO DEL ANO m
LIGAMENTO ANOCOCCÍGEO n

El *diafragma pélvico*, compuesto en su mayor parte por el músculo elevador del ano, sirve de techo a todo el periné; sin embargo, está cubierto parcialmente por el diafragma urogenital cuando se mira desde abajo, pudiéndose observar mejor el triángulo anal. Su contracción aumenta la presión intraabdominal y pélvica, lo que ayuda en la defecación, micción y otros esfuerzos en general. Sirve de soporte a las vísceras pélvicas y es muy importante en este sentido. El *esfínter externo del ano*, bajo control voluntario, al contraerse cierra el canal anal y el ano mismo, previniendo así la defecación.

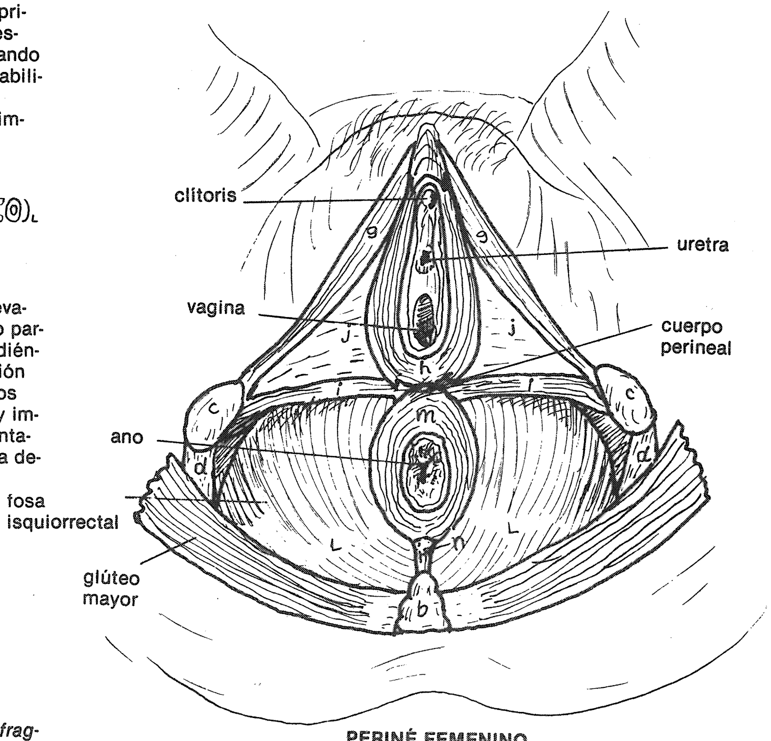


CORTE FRONTAL A TRAVÉS DEL TRIÁNGULO UROGENITAL

Aquí, usted puede ver la relación entre el *diafragma urogenital* y el *diafragma pélvico*. Existe un espacio entre ellos (escotaduras anteriores de la fosa isquiorrectal), la cual puede ser más fácilmente observada en las dos ilustraciones principales.



PERINÉ MASCULINO



PERINÉ FEMENINO

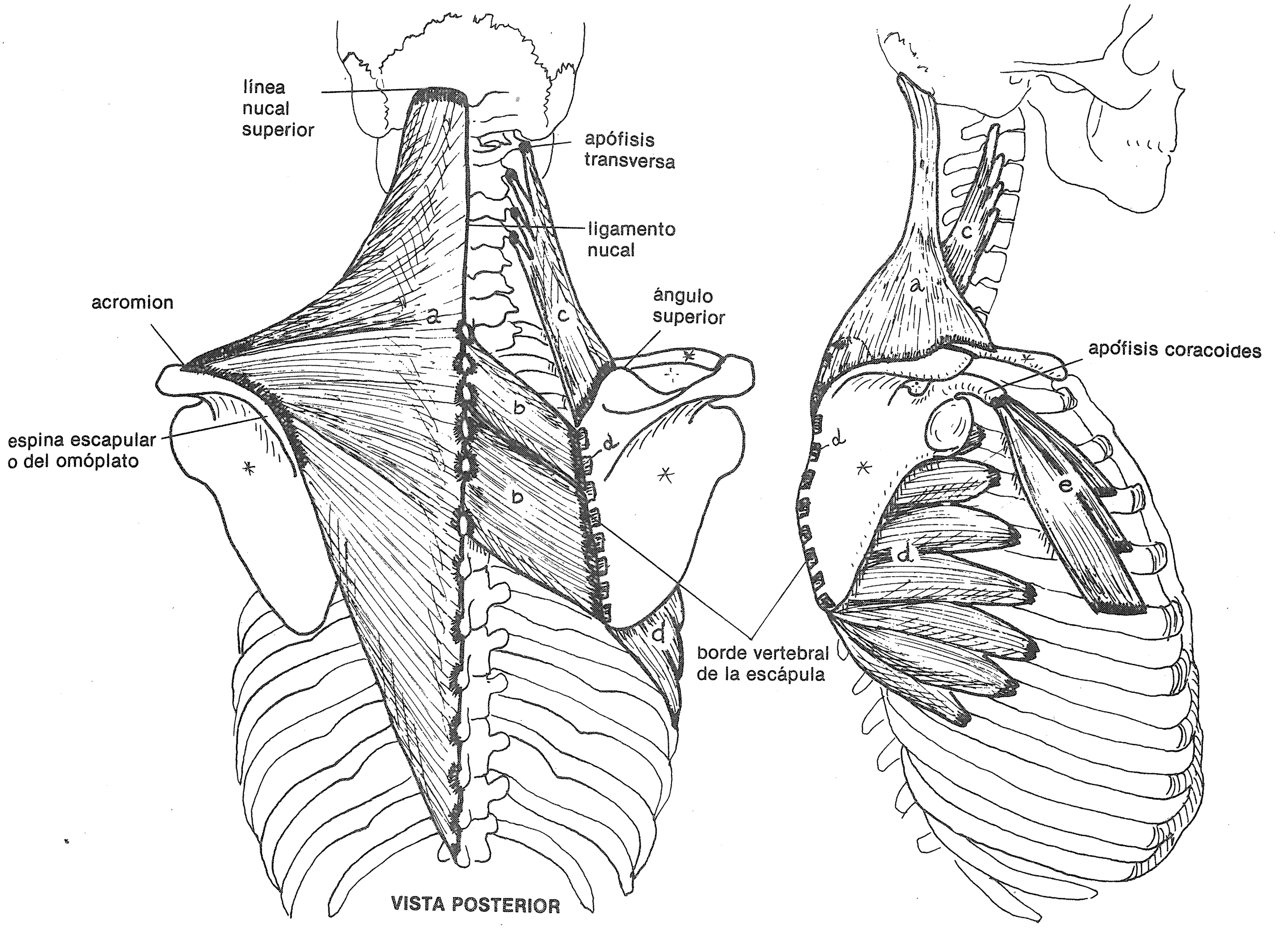
SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO SUPERIOR
MÚSCULOS DE LA ESTABILIZACIÓN ESCAPULAR.*

véanse también 14, 15, 32, 33

TRAPECIO.a ROMBOIDES.b ELEVADOR DE LA ESCÁPULA.c SERRATO MAYOR.d PECTORAL MENOR.e

NC 5

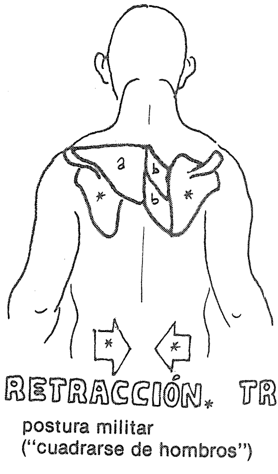
1. Esta lámina y las dos siguientes deben considerarse juntas, utilizando diferentes colores para cada músculo.
2. Ilumine los cinco músculos. Incluya el borde cortado del serrato mayor o anterior, el cual presenta una inserción en el borde vertebral de la escápula en su superficie anterior o costal.
3. Ilumine los músculos en los diagramas inferiores. Coloree de gris las escápulas, las clavículas, las flechas y los títulos, asimismo las escápulas y clavículas de los esquemas superiores.



VISTA POSTERIOR

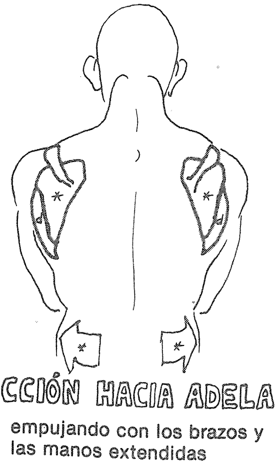
VISTA LATERAL

Los músculos que usted está iluminando en esta lámina son los responsables del soporte de la escápula y de la clavícula. La única unión ósea que tienen estos huesos con el esqueleto axial se da en la articulación esternoclavicular; de ahí que requieran de un soporte. Consecuencia de esta *estabilización muscular* del cinturón escapular es la movilidad escapular y por lo tanto, la movilidad de los brazos. Dentro de un músculo existen grupos musculares que son capaces de contraerse o de relajarse independientemente. De ahí que, como puede observarse en los diagramas inferiores, las fibras medias del *trapecio* son retractores efectivos, mientras que las fibras superiores elevan y ayudan en la rotación de la escápula, y las fibras inferiores son depresoras de la misma. El *pectoral menor* ayuda al *serrato anterior* en la tracción del omóplato hacia adelante, como cuando se empuja una pared; también ayuda en la depresión del hombro y la rotación hacia abajo de la escápula.



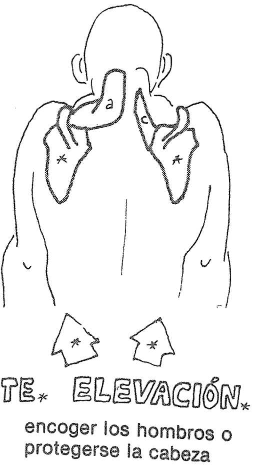
RETRACCIÓN.*

postura militar
("cuadrarse de hombros")



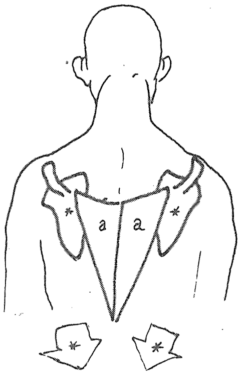
TRACCIÓN HACIA ADELANTE.*

empujando con los brazos y las manos extendidas



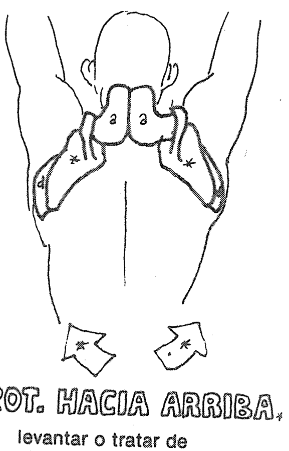
ELEVACIÓN.*

encoger los hombros o protegerse la cabeza



DEPRESIÓN.*

estirar los brazos en barras paralelas, sostener un peso



ROT. HACIA ARRIBA.*

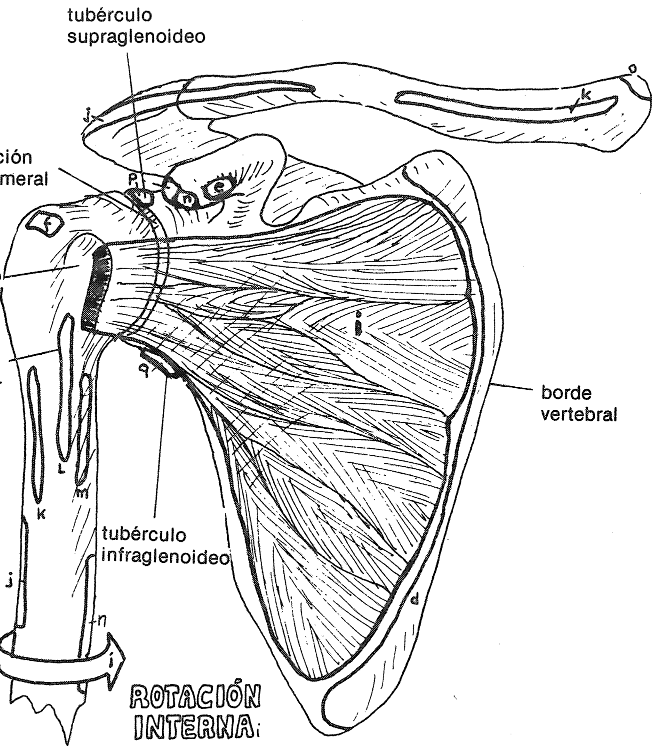
levantar o tratar de alcanzar algo por arriba de la cabeza

véase también 15

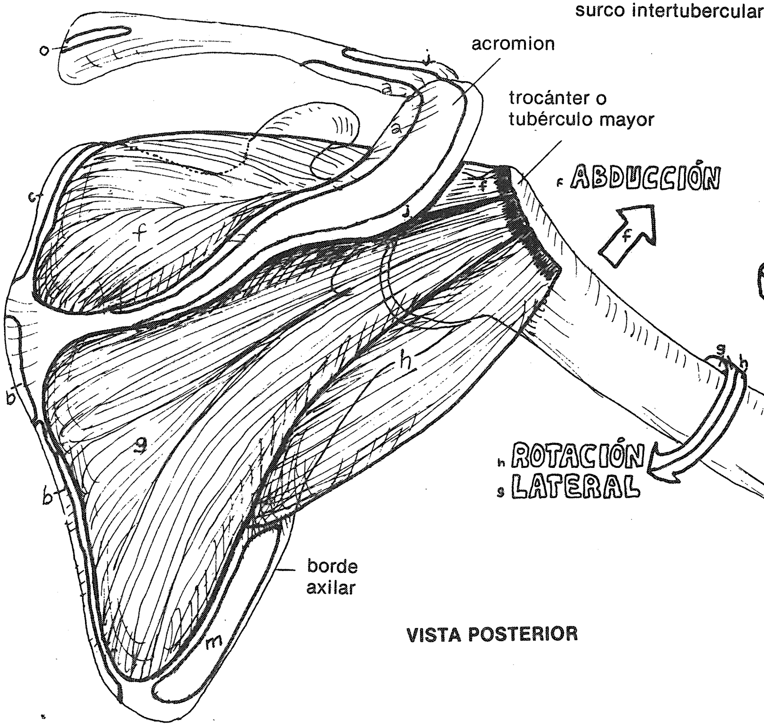
SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO SUPERIOR
MÚSCULOS DEL MANGUITO MUSCULOTENDINOSO*

SUPRAESPINOSO$_{f}$
INFRAESPINOSO$_{g}$ REDONDO MENOR$_{h}$
SUBESCAPULAR$_{i}$

NC 4
1. Ilumine los cuatro músculos, los rótulos de dirección, y las flechas. Para establecer la continuidad con las láminas 31 y 33, utilice diferentes colores a los usados en dichas láminas.
2. Emplee los mismos colores para el diagrama inferior derecho del manguito y color gris para el título.
3. Ilumine los sitios de inserción muscular y su títulos en sus colores respectivos conforme vaya completando las láminas 31 y 33. Utilice los mismos colores de esas láminas siempre que sea posible. Refiriéndose a las otras láminas, estudie el músculo y el lugar de inserción que se muestra aquí, y trate de visualizar su función. Los músculos intitulados (p) y (q) aparecen en la lámina 34; (o) aparece en la lámina 26.

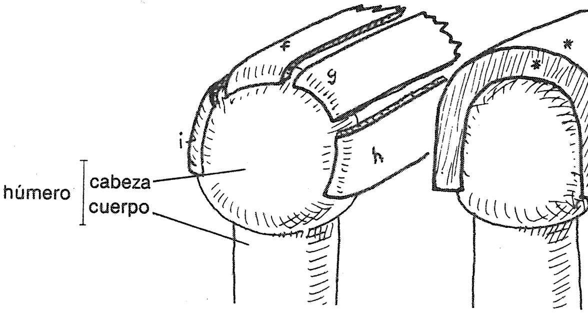

tubérculo supraglenoideo
o
k
j
articulación glenohumeral
p
q
n
e
f
troquín o tubérculo menor
i
corredera bicipital o surco intertubercular
q
borde vertebral
l
m
k
tubérculo infraglenoideo
j
n
d
i
ROTACIÓN INTERNA$_{i}$

VISTA ANTERIOR


o
j
a
a
acromion
trocánter o tubérculo mayor
c
f
j
f
f ABDUCCIÓN
f
h
g
h
b
g
b
h ROTACIÓN LATERAL
g
borde axilar
m

VISTA POSTERIOR

MANGUITO MUSCULOTENDINOSO*


f
g
*
*
i
h
húmero
cabeza
cuerpo

INSERCIONES MUSCULARES:*

TRAPECIO$_{a}$
ROMBOIDES$_{b}$
ELEVADOR DE LA ESCÁPULA$_{c}$
SERRATO MAYOR$_{d}$
PECTORAL MENOR$_{e}$

DELTOIDES$_{j}$
PECTORAL MAYOR$_{k}$
DORSAL ANCHO$_{l}$
REDONDO MAYOR$_{m}$
CORACOBRAQUIAL$_{n}$

ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO$_{o}$

BÍCEPS BRAQUIAL$_{p}$
TRÍCEPS BRAQUIAL$_{q}$

La cavidad de la articulación glenohumeral es demasiado plana para ofrecer seguridad a la cabeza del húmero, de ahí que tenga que estar reforzada por músculo para dar soporte activo y, a pesar de ello, permitir una buena movilidad. Los cuatro músculos que la refuerzan surgen de la escápula y cruzan la articulación al nivel de ésta para ir a insertarse cerca de la cabeza. La escápula está asegurada por los cinco músculos de la estabilización escapular y ofrece una plataforma estable de donde se originan estos músculos. Como puede verse, los músculos forman un *"manguito" musculotendinoso* alrededor de la cabeza humeral. Dos de los cuatro músculos (g, h) son rotadores laterales; (i) es un rotador interno o medial, de ahí que sea común nombrar a este grupo de músculos, manguito rotador; (f) es un abductor de la articulación glenohumeral. Con la articulación, segura contra dislocación, los múltiples músculos que dan movimiento al brazo pueden actuar para proporcionar una movilidad ilimitada. Los orígenes y/o inserciones de todos los movilizadores de la articulación del hombro pueden visualizarse en esta lámina en su relación con el manguito músculotendinoso. El dibujo de la derecha (que debe ser iluminado gris*) es un concepto esquemático de los cuatro tendones que actúan en el manguito.

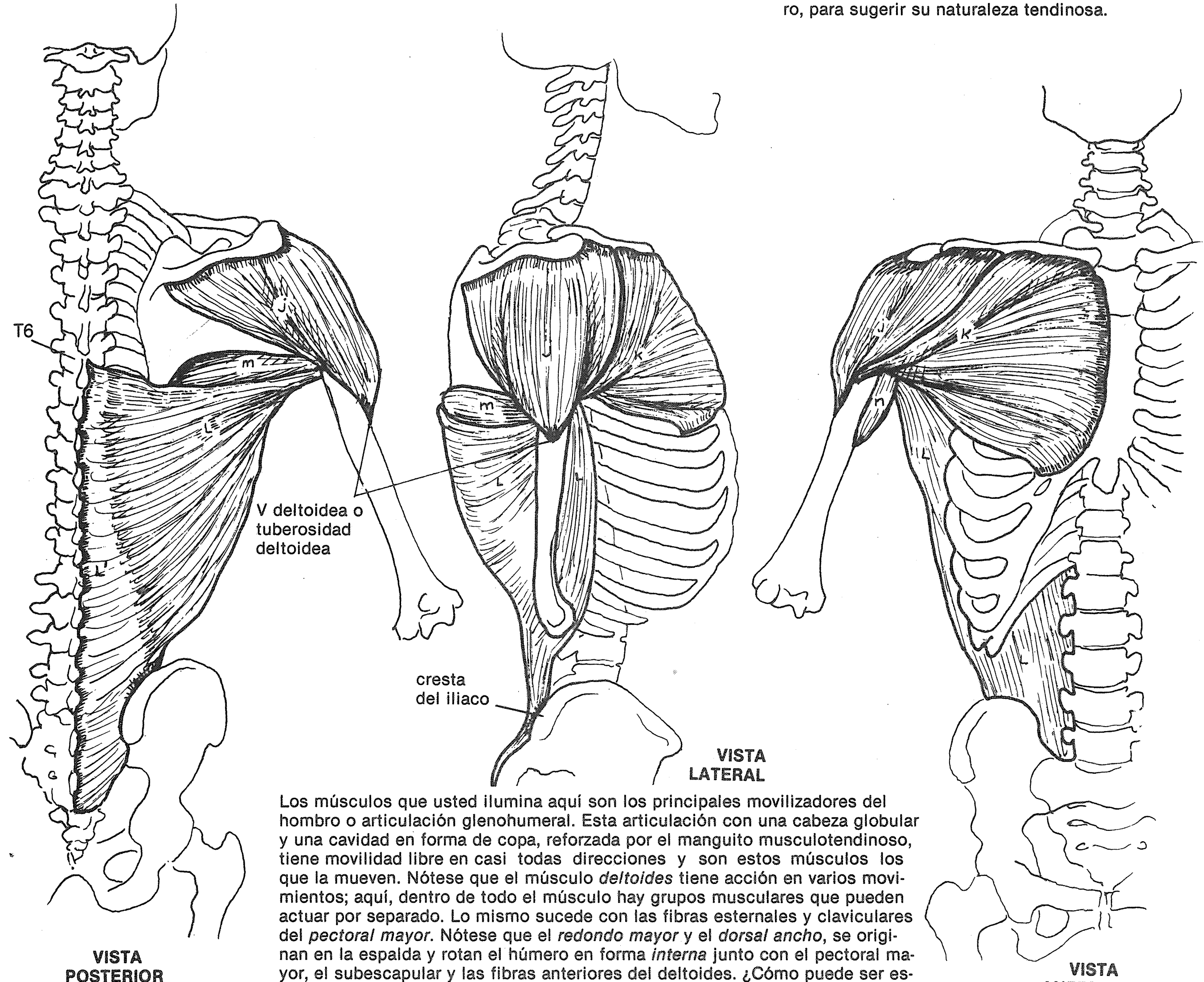
SISTEMA MUSCULAR / MIEMBRO SUPERIOR
MÚSCULOS QUE ACTÚAN EN LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO.*

LÁMINA 33

véanse también 15, 31, 32

DELTOIDES j PECTORAL MAYOR k
DORSAL ANCHO L REDONDO MAYOR m
CORACOBRAQUIAL n

1. Ilumine estos cinco músculos y los esquemas inferiores.
2. En el diagrama de rotación lateral, nótese la presencia del infraespinoso (g) y del redondo menor (h). Utilice el mismo color que en las láminas anteriores.
3. La fascia o aponeurosis del dorsal ancho (l') debe iluminarse con el mismo color, pero en tono más claro, para sugerir su naturaleza tendinosa.



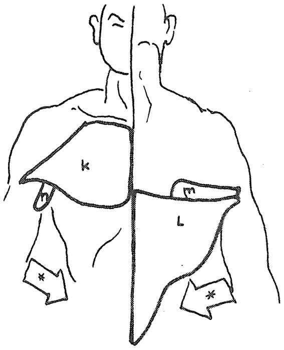
VISTA POSTERIOR

VISTA LATERAL

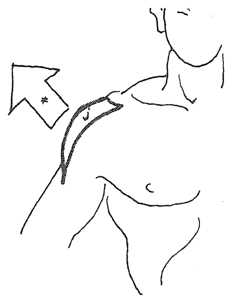
VISTA ANTERIOR

Los músculos que usted ilumina aquí son los principales movilizadores del hombro o articulación glenohumeral. Esta articulación con una cabeza globular y una cavidad en forma de copa, reforzada por el manguito musculotendinoso, tiene movilidad libre en casi todas direcciones y son estos músculos los que la mueven. Nótese que el músculo *deltoides* tiene acción en varios movimientos; aquí, dentro de todo el músculo hay grupos musculares que pueden actuar por separado. Lo mismo sucede con las fibras esternales y claviculares del *pectoral mayor*. Nótese que el *redondo mayor* y el *dorsal ancho*, se originan en la espalda y rotan el húmero en forma *interna* junto con el pectoral mayor, el subescapular y las fibras anteriores del deltoides. ¿Cómo puede ser esto posible? Revise en la lámina anterior las inserciones musculares del dorsal ancho y el redondo mayor y verá que estos músculos se insertan en la cara anterior del húmero. Justo bajo la axila, cruzan desde la espalda hacia el frente del húmero, entre el húmero mismo y la cara lateral de la pared del tórax. Esto los hace rotadores internos, y no rotadores laterales como podría suponerse de primera intención. En los esquemas inferiores, el bíceps braquial (flexor débil de la articulación del hombro) y el tríceps braquial (extensor débil de la articulación del hombro) no se muestran.

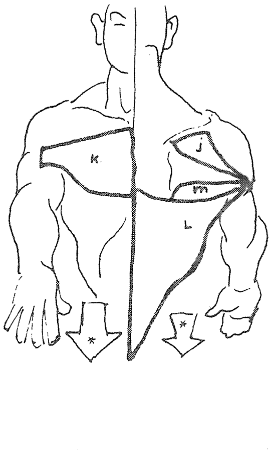
ADUCCIÓN.*



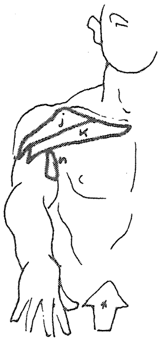
ABDUCIÓN.*



EXTENSIÓN.*

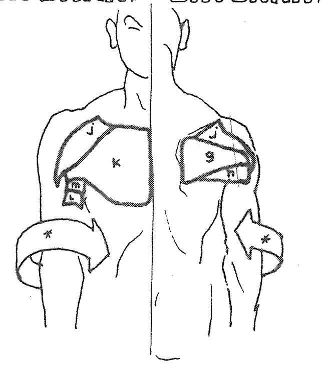


FLEXIÓN.*



ROT. INTERNA.*

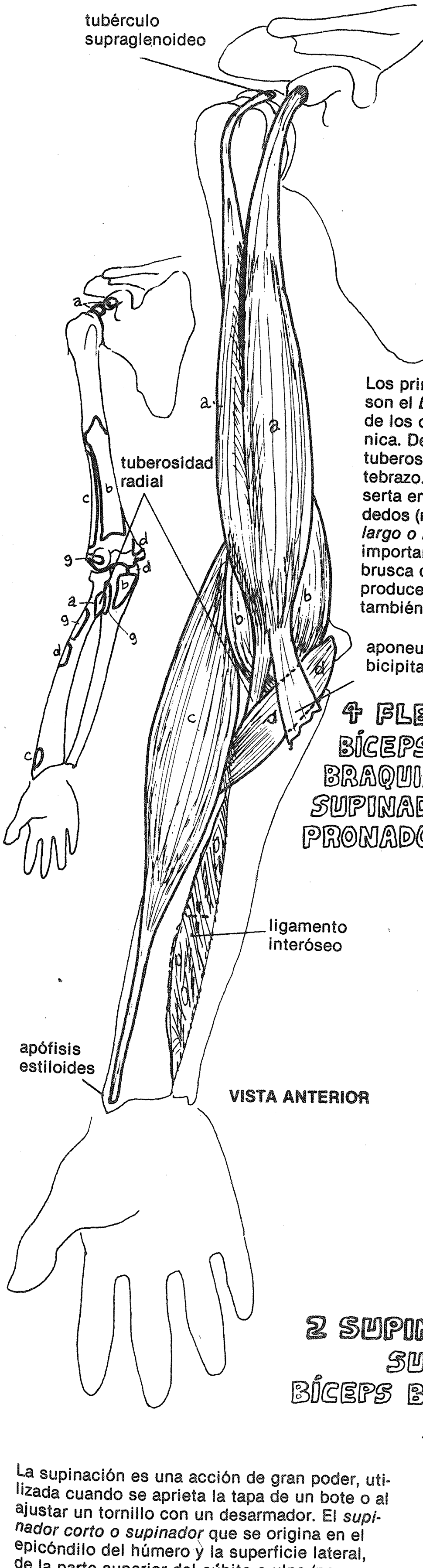
ROT. EXTERNA.*



SISTEMA MUSCULAR
MÚSCULOS QUE ACTÚAN EN EL ANTEBRAZO.*

véanse también 15, 16, 32, 35

NC 8
1. Ilumine los cuatro flexores, luego sus inserciones en el diagrama de la izquierda.
2. Haga lo mismo con los extensores, sombreando el tendón del tríceps con un tono claro.
3. Ilumine los dos supinadores, los dos pronadores y las flechas direccionales. La inserción del supinador se incluye en el diagrama de inserciones de los flexores.

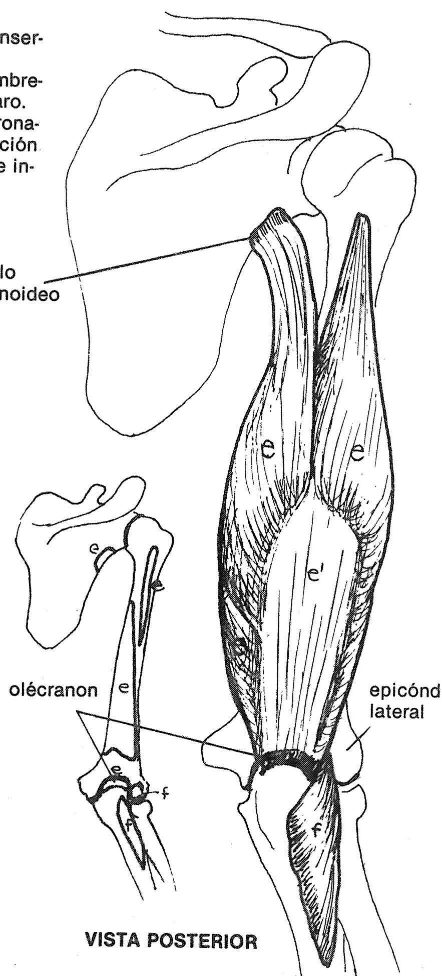

tubérculo supraglenoideo
a
a
a
tuberosidad radial
c
b
d
g
d
d
b
a
g
g
d
c
c
b
b
d
d
aponeurosis bicipital
ligamento interóseo
apófisis estiloides

VISTA ANTERIOR

Los principales flexores de la articulación del codo son el *braquial anterior o braquial* y el *bíceps braquial*, de los cuales, el primero tiene la mejor ventaja mecánica. Debido a la manera de inserción del bíceps en la tuberosidad del radio, también es un supinador del antebrazo. Nótese la aponeurosis bicipital, la cual se inserta en la fascia profunda del flexor común de los dedos (no se muestra) en el antebrazo. El *supinador largo o braquiorradial* ha mostrado tener una acción importante en la flexión del codo *y en* la extensión brusca donde contrarresta la fuerza centrífuga que produce este movimiento. El *pronador redondo* ayuda también en la flexión del codo.

4 FLEXORES:*

BÍCEPS BRAQUIAL$_a$
BRAQUIAL ANTERIOR$_b$
SUPINADOR LARGO$_c$
PRONADOR REDONDO$_d$

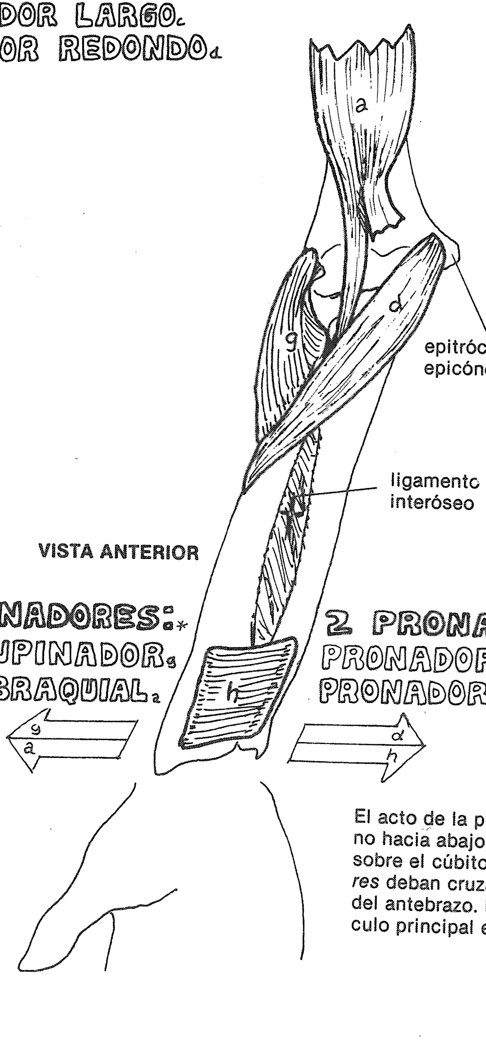

tubérculo infraglenoideo
e
e
e'
e
e
olécranon
e
f
epicóndilo lateral
f

VISTA POSTERIOR

2 EXTENSORES:*

TRÍCEPS BRAQUIAL$_e$
ANCÓNEO$_f$

El extensor principal del antebrazo es el *tríceps braquial* de tres cabezas. El *ancóneo* menor, ayuda en esta función. El *tríceps*, así como el *bíceps* puede sentirlo fácilmente en ud. mismo


a
d
g
epitróclea o epicóndilo medial
ligamento interóseo
h
g
a
d
h

VISTA ANTERIOR

2 SUPINADORES:*

SUPINADOR$_g$
BÍCEPS BRAQUIAL$_a$

2 PRONADORES:*

PRONADOR REDONDO$_d$
PRONADOR CUADRADO$_h$

La supinación es una acción de gran poder, utilizada cuando se aprieta la tapa de un bote o al ajustar un tornillo con un desarmador. El *supinador corto o supinador* que se origina en el epicóndilo del húmero y la superficie lateral, de la parte superior del cúbito o ulna (no se muestra), envuelve las superficies posterior y lateral del radio para ir a insertarse en el borde lateral de este hueso.

El acto de la pronación lleva la palma de la mano hacia abajo. Ya que es el radio el que rota sobre el cúbito, resulta lógico que los *pronadores* deban cruzar al radio por la parte anterior del antebrazo. El *pronador cuadrado* es el músculo principal en esta acción.

SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO SUPERIOR
MÚSCULOS QUE ACTÚAN EN LA MUÑECA, MANO Y DEDOS*

véanse también 15, 16, 34, 36

NC 14

1. Esta lámina y la siguiente deben considerarse y, de ser posible, iluminarse juntas.
2. Ilumine los títulos del flexor profundo de los dedos (n) el cual es demasiado profundo para ser mostrado, pero cuyos tendones se iluminarán en la siguiente lámina.
3. Nótese que el nombre del músculo segundo radial aparece denominado como "breve" y se ilumina de diferente color.
4. Coloree los músculos que actúan en el pulgar, incluyendo la flecha que representa el flexor largo del pulgar, el cual se muestra en la vista de los flexores.

FLEXORES*

Los *flexores de la muñeca y de los dedos* ocupan la mayor parte del compartimiento anterior del antebrazo, originándose como un grupo, en la epitróclea o epicóndilo medial, la porción superior del radio y el cúbito, y la membrana interósea. Cruzando la articulación de la muñeca, los *músculos del "carpo"* van a insertarse en los huesos carpianos distales o los metacarpianos, mientras que los dos *flexores de los dedos*, uno inmediatamente por debajo del otro compartiendo el mismo túnel y recubrimiento, llegan hasta las falange distal y media. El *palmar menor o largo*, el cual no existe en un 10% de la población, emerge con el tejido conectivo de la palma (aponeuresis). Véase la siguiente lámina para la continuación de los flexores de los dedos.

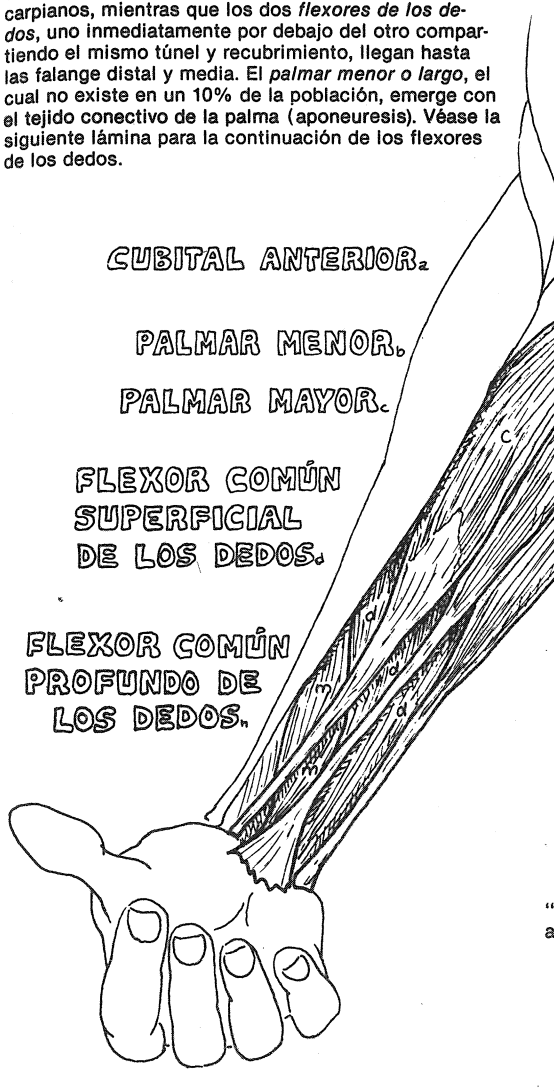
CUBITAL ANTERIOR a

PALMAR MENOR b

PALMAR MAYOR c

FLEXOR COMÚN SUPERFICIAL DE LOS DEDOS d

FLEXOR COMÚN PROFUNDO DE LOS DEDOS n



VISTA ANTERIOR

EXTENSORES*

Los *extensores* surgen del epicóndilo lateral y las porciones superiores de los huesos y la membrana interósea del antebrazo, pero en la cara posterior, creando un compartimiento extensor. Como usted puede ver en su propio antebrazo, la masa muscular aquí es mucho menor que en el lado flexor. Los músculos "*del carpo*" se insertan en los huesos distales del carpo o metacarpo, mientras que los *extensores de los dedos* forman una expansión de tendón sobre las falanges medias y distales a las cuales se insertan los pequeños músculos de la mano. Esto puede ser apreciado mejor en la siguiente lámina. Los músculos que van hacia el pulgar se consideran más adelante.

CUBITAL POSTERIOR e

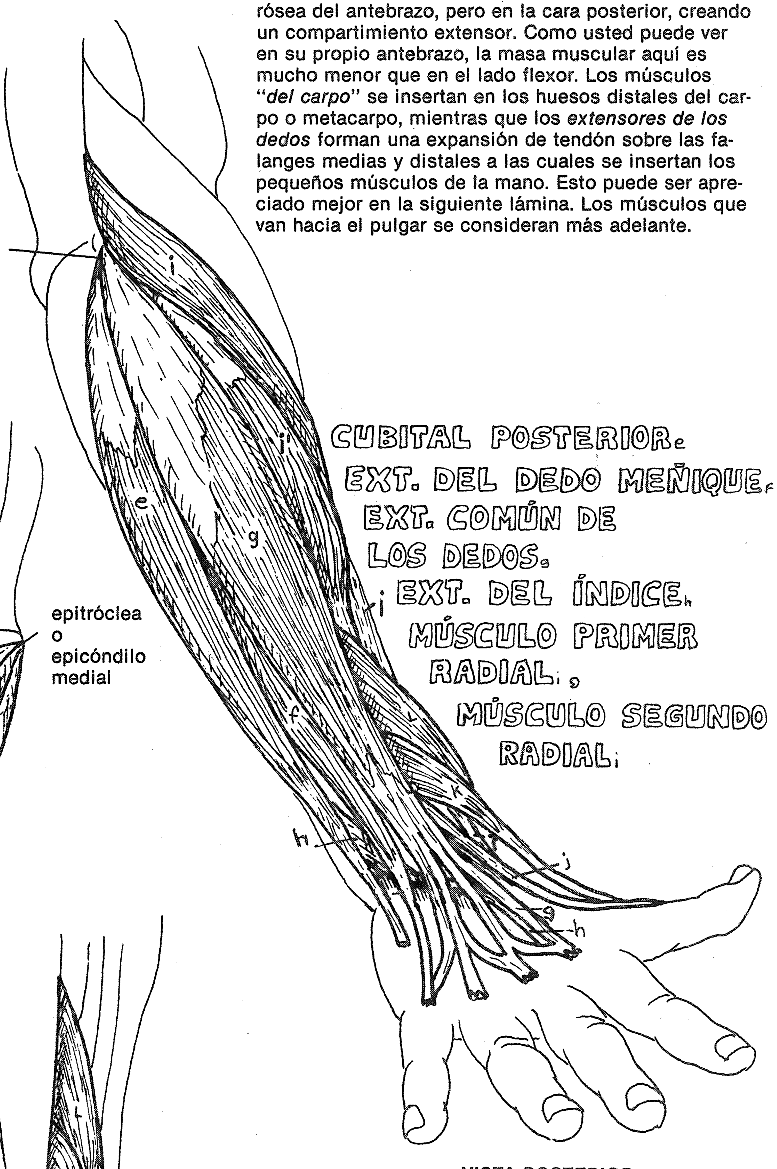
EXT. DEL DEDO MEÑIQUE f

EXT. COMÚN DE LOS DEDOS g

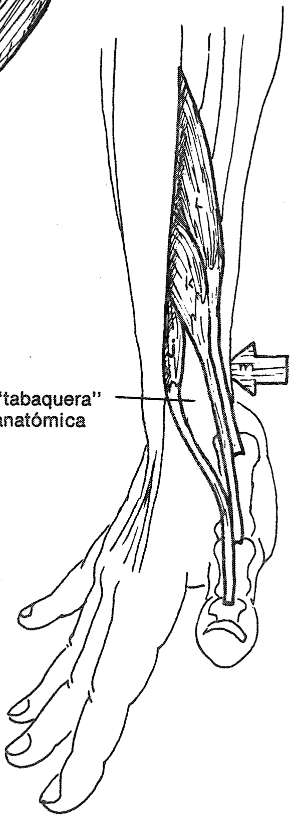
EXT. DEL ÍNDICE h

MÚSCULO PRIMER RADIAL i

MÚSCULO SEGUNDO RADIAL i



VISTA POSTERIOR



VISTA LATERAL

ACTUANDO EN EL PULGAR*

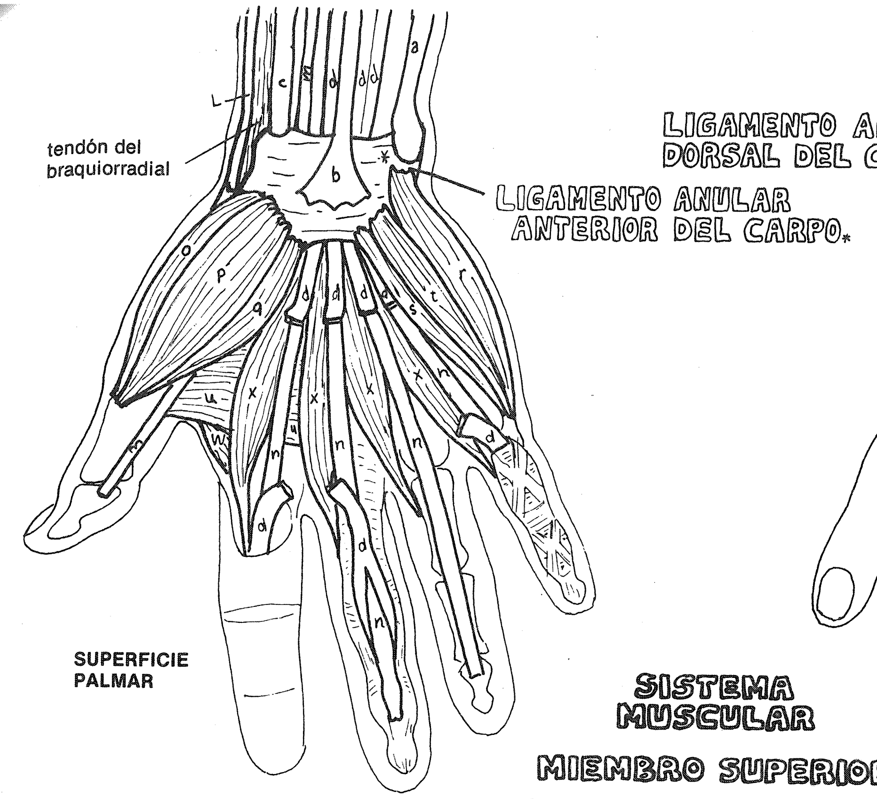
Estos cuatro músculos actúan sobre el pulgar en conjunción con los músculos intrínsecos que se dibujan en la siguiente lámina. El *flexor largo del pulgar* es un miembro del compartimiento flexor, localizado a un lado del flexor profundo de los dedos: su tendón se ve mejor en la siguiente lámina. Los dos *extensores del pulgar* y el *abductor* crean una pequeña depresión en la piel de la base del pulgar, en la parte lateral: la "tabaquera" anatómica. Estos cuatro músculos se insertan en la base del metacarpiano y las dos falanges, como se muestra.

EXT. LARGO DEL PULGAR j

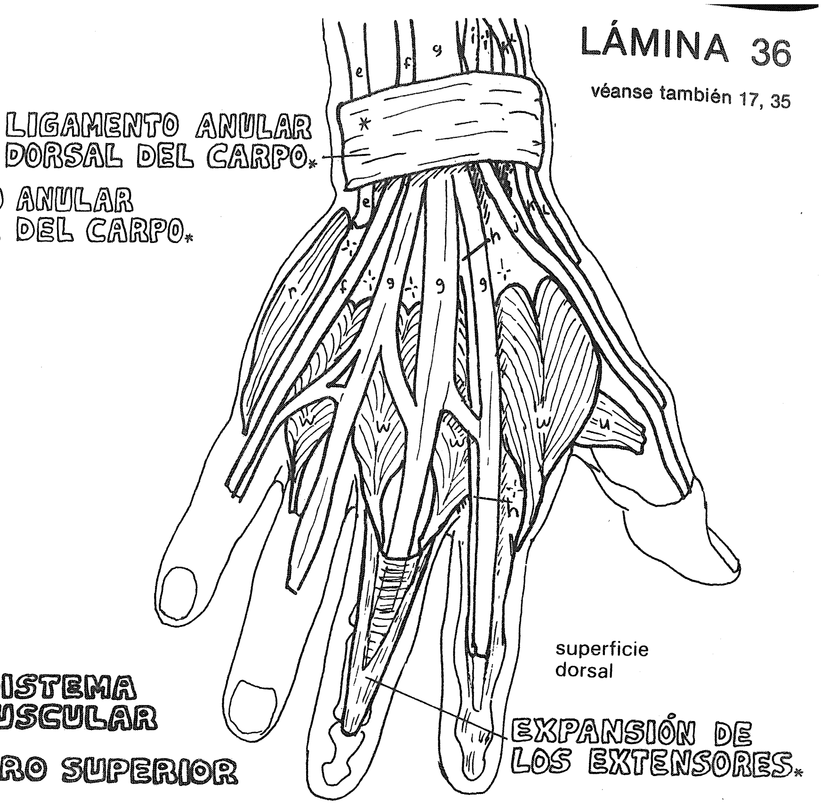
EXT. CORTO DEL PULGAR k

ABDUCTOR LARGO DEL PULGAR l

FLEXOR LARGO DEL PULGAR m


tendón del braquiorradial
LIGAMENTO ANULAR ANTERIOR DEL CARPO*
L
a
b
c
d
n
o
p
q
r
s
t
u
w
x

SUPERFICIE PALMAR


LIGAMENTO ANULAR DORSAL DEL CARPO*
EXPANSIÓN DE LOS EXTENSORES*
e
f
g
h
i
j
k
w

superficie dorsal

SISTEMA MUSCULAR

MIEMBRO SUPERIOR

MÚSCULOS DE LA MANO*

NC 7

1. Si usted cuenta con siete colores, además de los utilizados en la lámina anterior, entonces ilumine los tendones de los músculos del antebrazo en la parte superior de la página. De lo contrario, deberá dejarlos en blanco.
2. Ilumine los títulos y los músculos de las eminencias tenar e hipotenar. Utilice sólo tres colores para los 6 músculos repitiendo en la región hipotenar con el mismo color de la región tenar (o y s, p y r, q y t).
3. Ilumine los músculos profundos. Los músculos interóseos palmares (v) quedan demasiado profundos en la palma para ser vistos.
4. Llene los seis diagramas de movimiento en donde se indique. Nótese que el pulgar y su eminencia tenar se iluminan de gris en los cuatro diagramas inferiores.

EMINENCIA TENAR*

OPONENTE DEL PULGAR$_{o}$

ABDUCTOR CORTO DEL PULGAR$_{p}$

FLEXOR CORTO DEL PULGAR$_{q}$

Los complejos movimientos del pulgar son resultado de la acción integrada de estos músculos *tenar* y aductor, además del flexor largo abductor y los dos músculos extensores del pulgar. Los músculos tenar se originan e insertan en la misma área general, uno con otro; sin embargo, su orientación es distinta, conforme a sus diferentes funciones.

EMINENCIA HIPOTENAR*

OPONENTE DEL MEÑIQUE$_{s}$

FLEXOR CORTO DEL MEÑIQUE$_{t}$

ABDUCTOR DEL MEÑIQUE$_{r}$

Estos músculos son complementarios a los músculos tenar en inserción y función. La función de oponencia es básica para algunas de las complejas funciones de prensión de la mano.

MÚSCULOS PROFUNDOS*

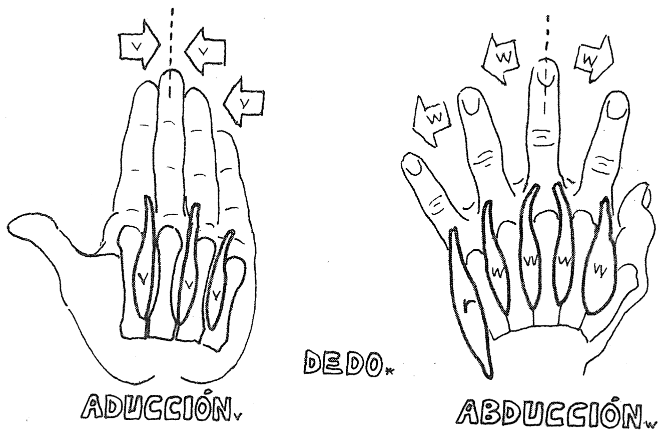
ABDUCTOR DEL PULGAR$_{u}$

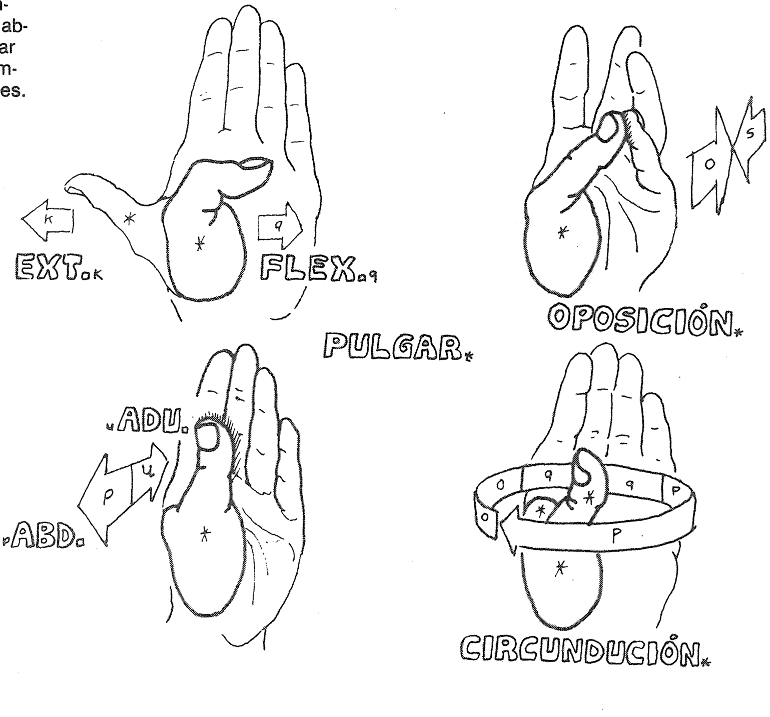
INTERÓSEOS PALMARES$_{v}$

INTERÓSEOS DORSALES$_{w}$

LUMBRICALES$_{x}$

El *aductor del pulgar* trabaja en conjunción con el 1er músculo interóseo dorsal al tomar un objeto entre el pulgar y el dedo índice. Los músculos *interóseos y lumbricales* se insertan en la expansión del extensor, formando un mecanismo complejo para la flexión y extensión de los dedos. En los esquemas de la derecha pueden observarse funciones adicionales de los músculos interóseos.


ADUCCIÓN$_{v}$
DEDO*
ABDUCCIÓN$_{w}$
v
w
r

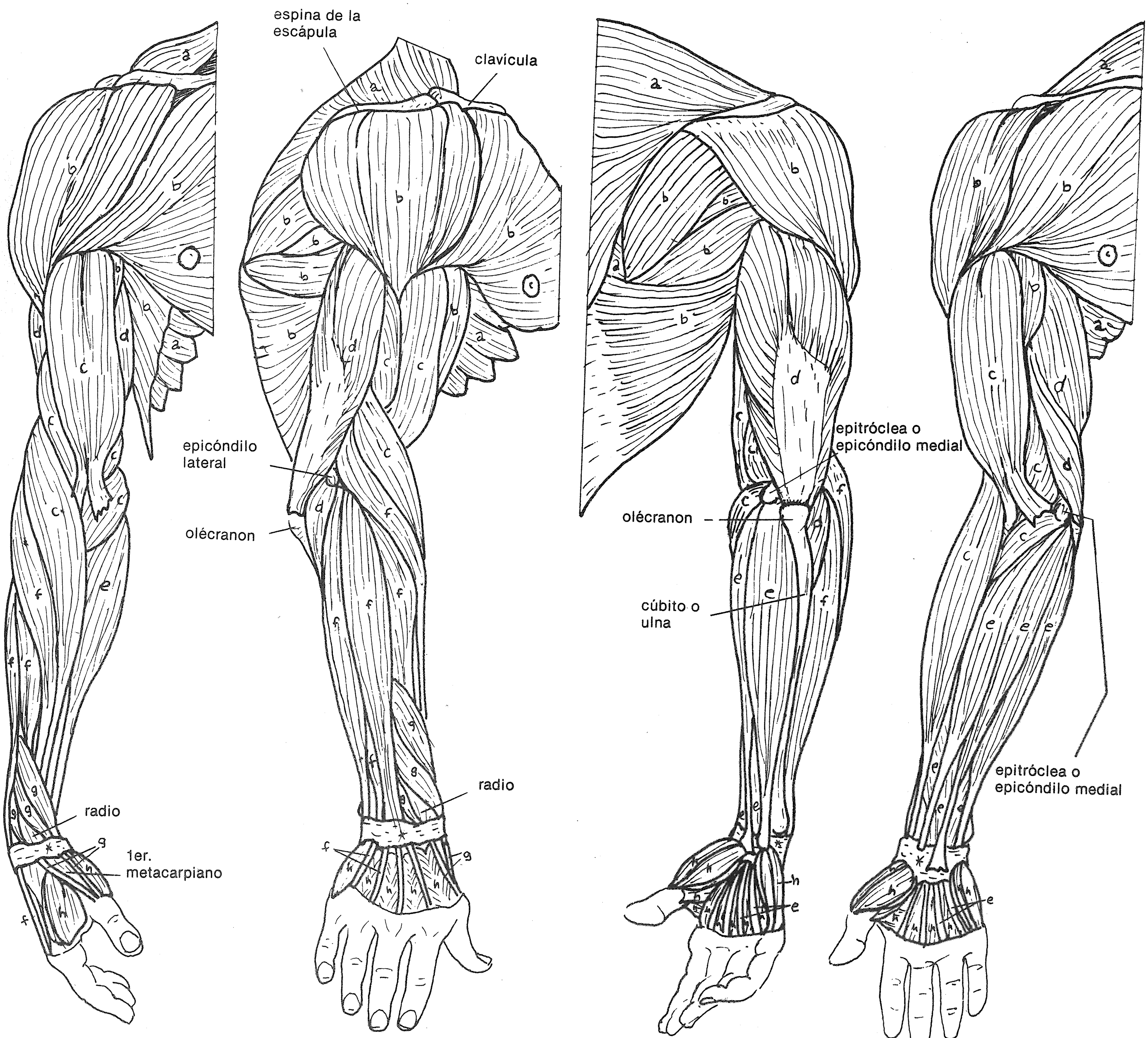

EXT.$_{o k}$
FLEX.$_{o q}$
OPOSICIÓN*
PULGAR*
ADU.$_{o}$
ABD.$_{o}$
CIRCUNDUCIÓN*
k
q
o
s
u
p

SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO SUPERIOR
RESUMEN DE LOS GRUPOS MUSCULARES.*

NC 8

1. Ilumine los músculos de cada grupo funcional de un solo color.
2. Los músculos que se muestran son los músculos superficiales del miembro superior, muchos de los cuales puede ver o sentir en usted mismo. No se muestran los músculos más profundos que se encuentran por debajo de aquéllos.

MÚSCULOS QUE ACTÚAN EN LA ESCÁPULA$_a$
MÚSCULOS QUE ACTÚAN EN LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO$_b$
FLEXORES DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO$_c$
EXTENSORES DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO$_d$
FLEXORES DE LA MUÑECA, MANO Y DEDOS$_e$
EXTENSORES DE LA MUÑECA, MANO Y DEDOS$_f$
MÚSCULOS DEL ANTEBRAZO QUE ACTÚAN EN EL PULGAR$_g$
MÚSCULOS DE LA MANO$_h$


a
b
c
d
e
f
g
h
*
radio
1er. metacarpiano
espina de la escápula
clavícula
epicóndilo lateral
olécranon
radio
epitróclea o epicóndilo medial
olécranon
cúbito o ulna
epitróclea o epicóndilo medial

VISTA ANTERIOR
antebrazo y mano
en rotación interna

VISTA LATERAL
antebrazo y mano
en rotación interna

VISTA POSTERIOR
antebrazo en rotación
interna y mano en pronación

VISTA ANTERIOR
todo el miembro
en posición anatómica

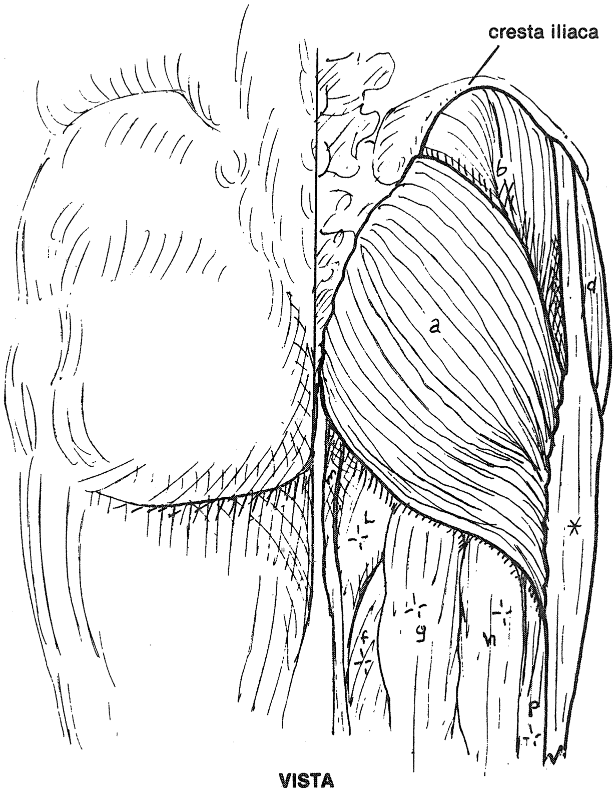
SISTEMA MUSCULAR / MIEMBRO INFERIOR
MÚSCULOS DE LA REGIÓN GLÚTEA*

véanse también 19, 39, 40, 41

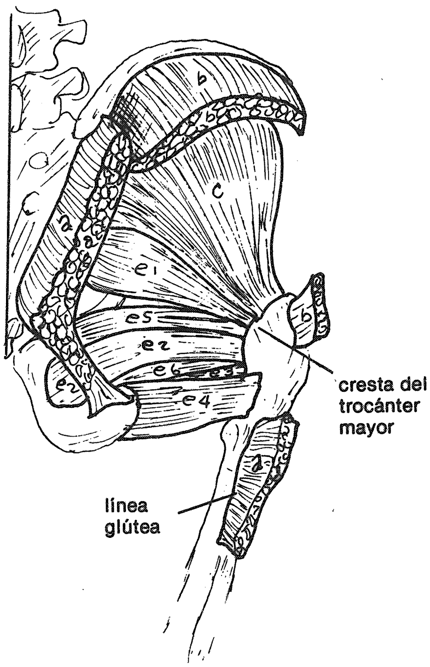
NC 5

1. Ilumine ésta y las siguientes tres láminas juntas, pero con colores diferentes.
2. Ilumine los cuatro primeros músculos. Incluya las inserciones y las flechas de movimiento del diagrama inferior derecho.
3. Ilumine los seis rotadores laterales profundos. Utilice el mismo color para los seis músculos y sus inserciones y flechas en el diagrama antes mencionado.
4. Ilumine el tracto iliotibial de color gris.
5. Le recomendamos no iluminar el resto de músculos con letra que se encuentran en el muslo. Las letras corresponden a músculos de las siguientes láminas y sólo se encuentran en ésta para referencia.

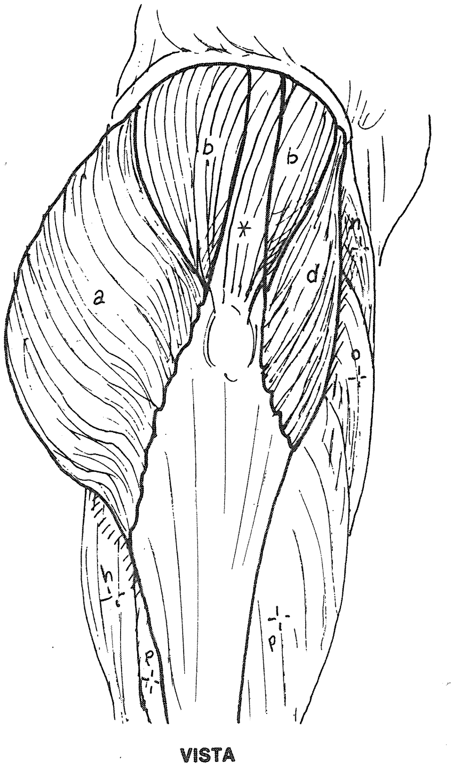
GLÚTEO MAYOR$_a$
GLÚTEO MEDIO$_b$
GLÚTEO MENOR$_c$
TENSOR DE LA FASCIA LATA$_d$
6 ROTADORES LATERALES PROFUNDOS:$_e$
  PIRIFORME$_{e^1}$
  OBTURADOR INTERNO$_{e^2}$
  OBTURADOR EXTERNO$_{e^3}$
  CUADRADO CRURAL$_{e^4}$
  GÉMINO SUPERIOR$_{e^5}$
  GÉMINO INFERIOR$_{e^6}$



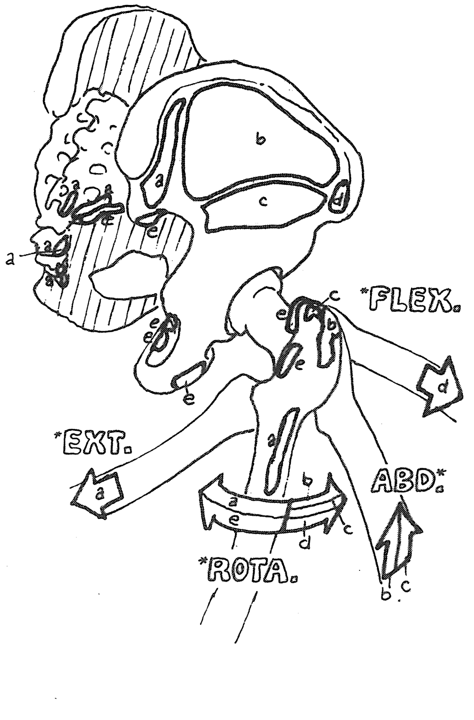
VISTA POSTERIOR



Los músculos de la nalga trabajan la articulación de la cadera y como puede verse, son responsables por la extensión, abducción y rotación del fémur. El tensor de la fascia lata, a pesar de ser parte del compartimiento flexor del muslo, es considerado también parte de la región glútea debido a sus inserciones y a su inervación. El estudio cuidadoso del diagrama inferior derecho, después de iluminado, le permitirá entender la función de los músculos glúteos. El *glúteo medio* es un estabilizador de la cadera muy importante y un músculo postural, ya que mantiene el nivel de las caderas al caminar o correr. El *glúteo mayor*, a menudo de un grosor de 2.5 cm más, juega un papel importante al correr o escalar. Existe una cantidad variable de grasa en la fascia por debajo de esta región, lo que da diferente forma a la nalga. Los *rotadores laterales profundos* corresponden hasta cierto grado al manguito musculotendinoso de la articulación del hombro.



VISTA LATERAL



TRACTO ILIOTIBIAL*

El *tracto iliotibial* corre del iliaco a la tibia y ayuda a estabilizar la articulación de la rodilla. El músculo *tensor de la fascia lata* (d) se inserta en esta banda fibrosa, tensándola. El tracto es un engrosamiento de la fascia profunda del muslo. Se ha disecado a nivel de la nalga para visualizar mejor la musculatura.

véanse también 20, 38, 40, 41

SISTEMA MUSCULAR / MIEMBRO INFERIOR
MÚSCULOS DE LA PARTE POSTERIOR DEL MUSLO*

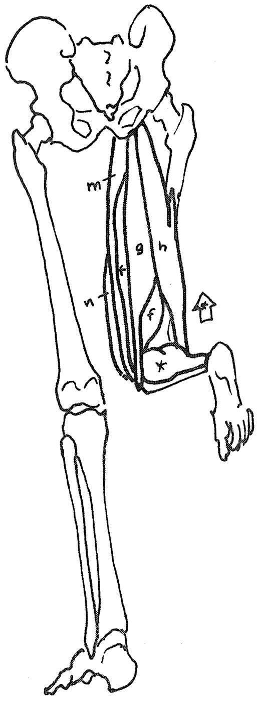
SEMIMEMBRANOSO$_{f}$
SEMITENDINOSO$_{g}$
BÍCEPS CRURAL$_{h}$

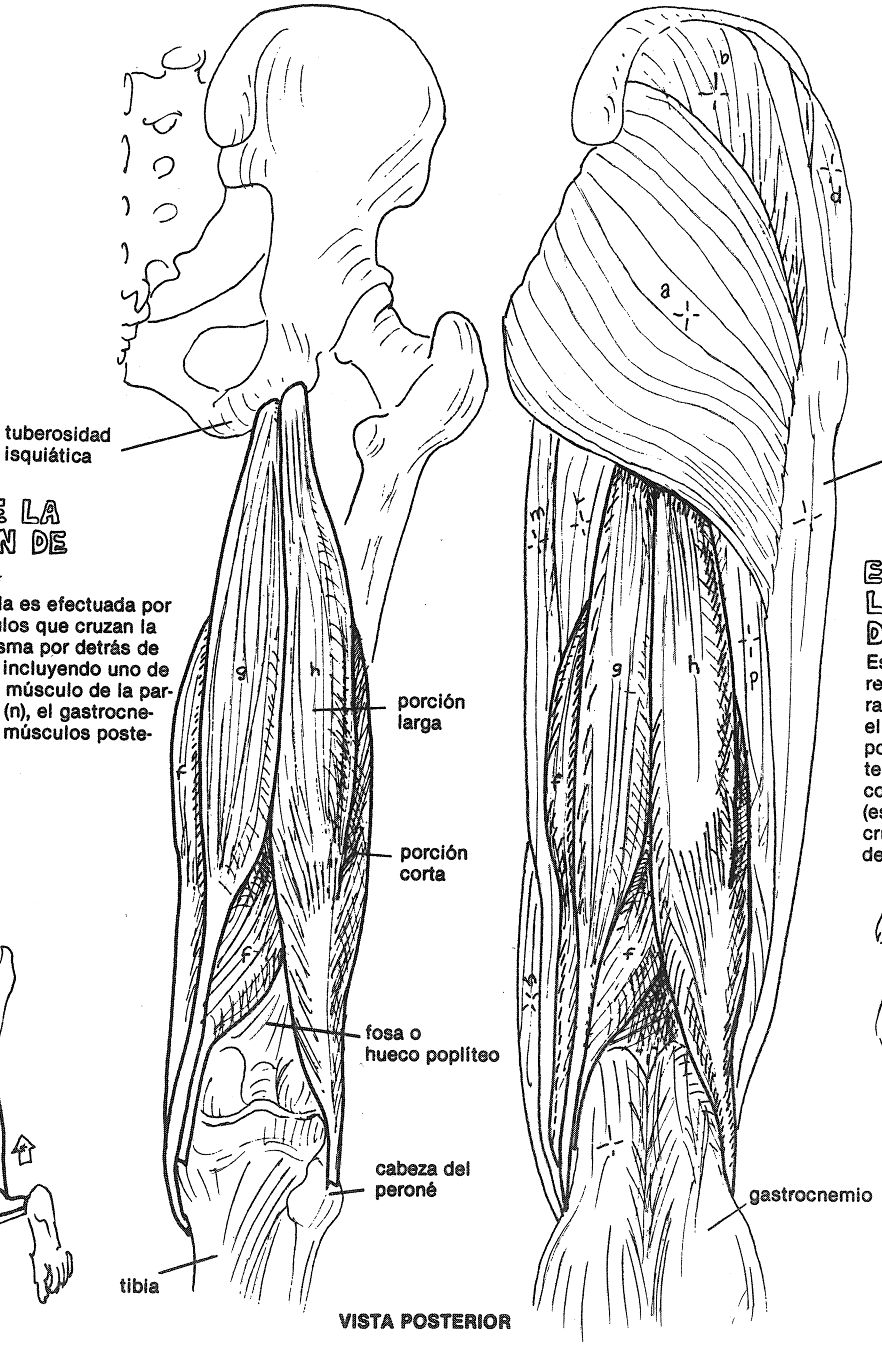
NC 3

1. Ilumine los tres músculos, así como los diagramas inferiores.
2. Ilumine los otros músculos con los colores utilizados en el muslo en láminas anteriores a ésta. En el diagrama de flexores, nótese que los gemelos o músculo gastrocnemio de la pierna deben iluminarse de color gris.
3. No ilumine los otros músculos que llevan letra, ya que se encuentran en esta lámina sólo para referencia. Las letras corresponden a músculos de las láminas 38, 40 y 41.

FLEXORES DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA*

La flexión de la rodilla es efectuada por un número de músculos que cruzan la articulación de la misma por detrás de la línea de gravedad, incluyendo uno de los aductores (m), un músculo de la parte anterior del muslo (n), el gastrocnemio (*), así como los músculos posteriores del muslo.



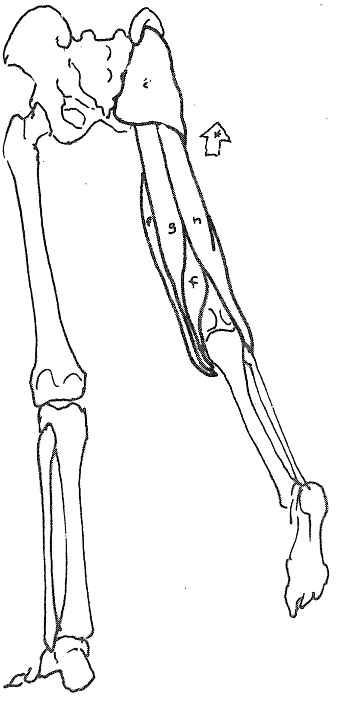


VISTA POSTERIOR

Los *músculos de la parte posterior del muslo*, son igualmente efectivos en las articulaciones de la cadera y rodilla como extensores y flexores, respectivamente. Los tendones de estos músculos pueden sentirse fácilmente e identificarse en la parte de atrás de la rodilla cuando la articulación de la rodilla está parcialmente flexionada. Son estos músculos los que restringen la extensión de la rodilla durante una patada alta.

EXTENSORES DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA*

Estando de pie y relajado, los extensores de la cadera (a, f, g y h) están generalmente inactivos. Cuando se flexiona el cuerpo hacia adelante, los músculos posteriores del muslo se contraen fuertemente. El glúteo mayor sólo se contrae contra una fuerte resistencia (escalar). La porción corta del bíceps crural no cruza la articulación de la cadera y por lo tanto, no actúa aquí.



SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO INFERIOR

MÚSCULOS DE LA PARTE INTERNA DEL MUSLO (ADUCTORES)

LÁMINA 40

véanse también 38, 39, 41

PECTÍNEO$_i$

ADUCTOR MENOR$_j$

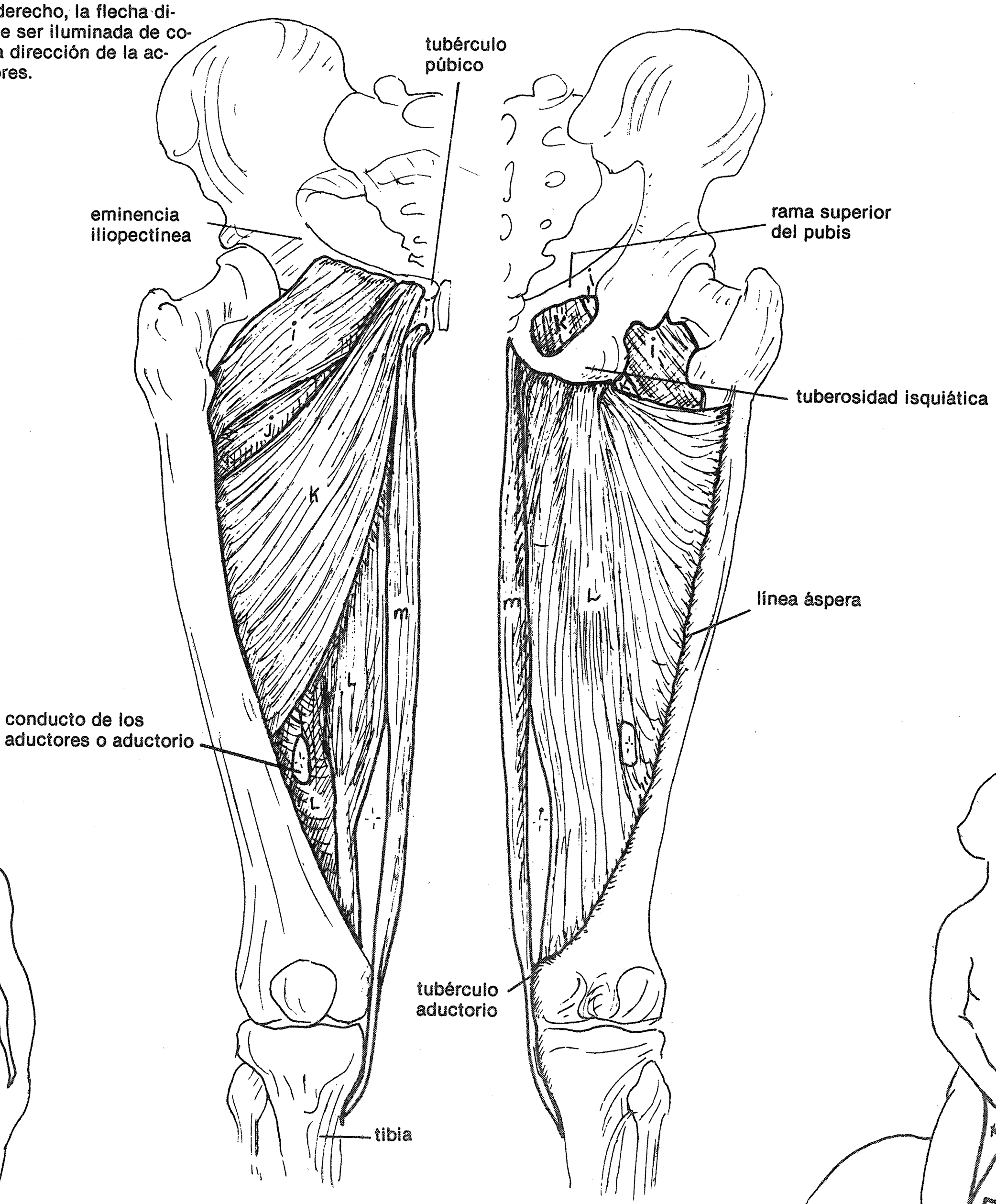
ADUCTOR MEDIANO$_k$

ADUCTOR MAYOR$_L$

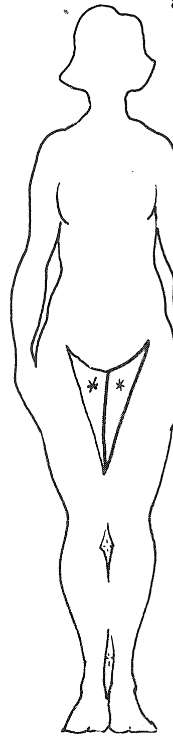
RECTO INTERNO$_m$

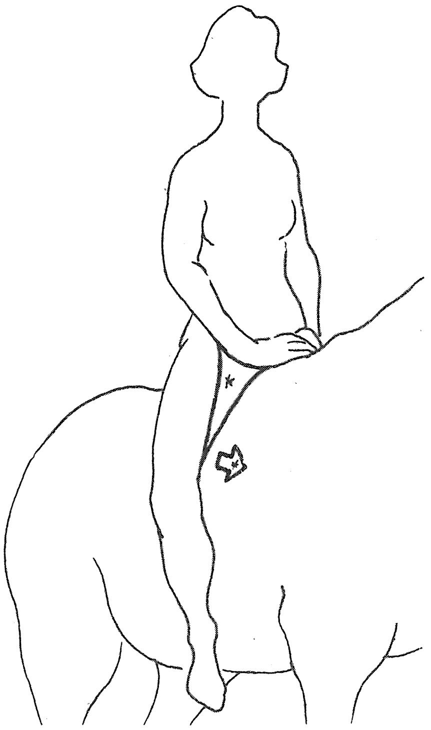
NC 5

1. Ilumine los cinco músculos siguientes.
2. En las figuras de las esquinas inferiores, ilumine las masas de los aductores de color gris. Estos diagramas muestran las relaciones de este grupo muscular con el resto del muslo. En el diagrama inferior derecho, la flecha direccional (que debe ser iluminada de color gris) muestra la dirección de la acción de los aductores.


tubérculo púbico
eminencia iliopectínea
rama superior del pubis
tuberosidad isquiática
línea áspera
conducto de los aductores o aductorio
tubérculo aductorio
tibia
i
j
k
L
m

VISTA ANTERIOR **VISTA POSTERIOR**





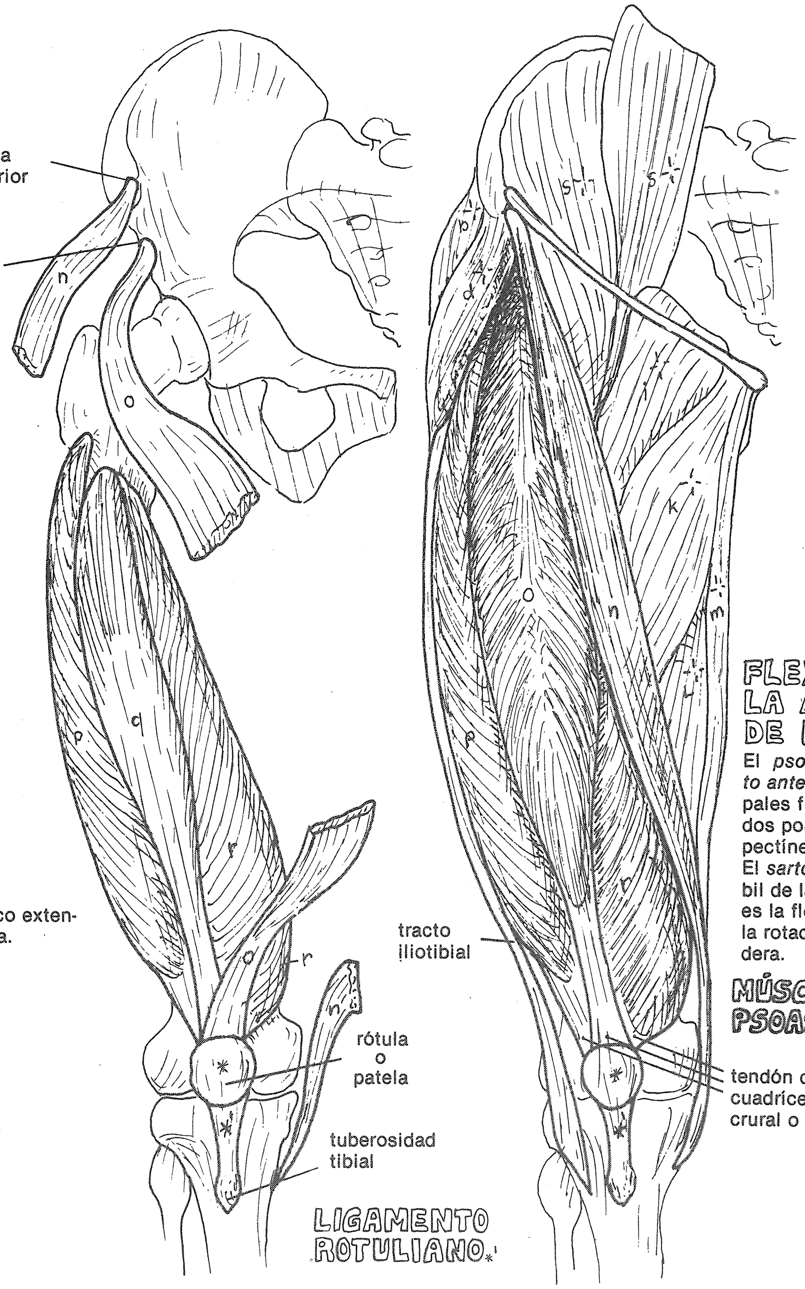
Los *músculos aductores* forman una parte considerable del muslo. Como grupo, tienen su propia inervación. El *pectíneo* es también un músculo flexor del muslo. Nótese el hiato en el *músculo aductor mayor*. Éste sirve para las arterias y venas femorales, las cuales pasan del compartimiento anterior del muslo al compartimiento posterior en este punto.

SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO INFERIOR
MÚSCULOS DE LA PARTE ANTERIOR DEL MUSLO.$_*$

véanse también 28, 38, 39, 40, 89

SARTORIO.$_n$
CUADRÍCEPS CRURAL:$_*$
  RECTO ANTERIOR.$_o$
  VASTO EXTERNO.$_p$
  VASTO INTERMEDIO.$_q$
  VASTO INTERNO.$_r$

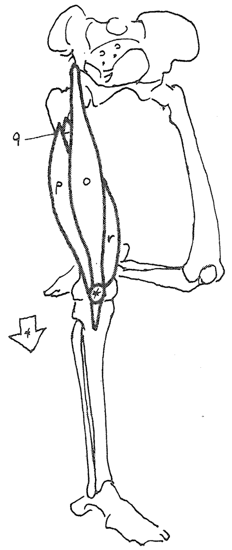
NC 6
1. Ilumine el sartorio y los cuatro músculos del cuadríceps en colores diferentes. Incluyendo su participación en los diagramas funcionales de las esquinas inferiores.
2. Ilumine el músculo iliopsoas o psoas iliaco, así como su título, que se encuentran en el diagrama de la esquina inferior derecha.
3. Ilumine de color gris la rótula y el ligamento rotuliano.


espina iliaca anterosuperior
espina iliaca anteroinferior
n
o
p
q
r
*
rótula o patela
tuberosidad tibial
s
k
m
tracto iliotibial
tendón del cuadríceps crural o femoral

LIGAMENTO ROTULIANO.$_*$

EXTENSORES DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.$_*$

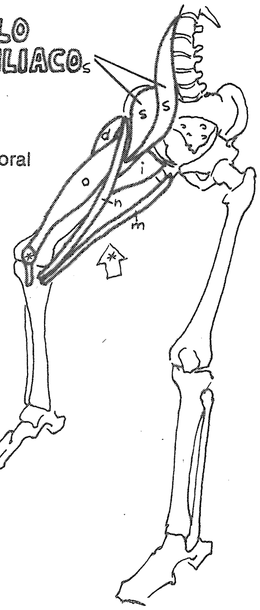
El músculo cuadríceps es el único extensor de la articulación de la rodilla.



FLEXORES DE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA.$_*$

El *psoas iliaco* o *iliopsoas* y el *recto anterior o femoral* son los principales flexores de la cadera ayudados por el tensor de la fascia lata, el pectíneo y el recto interno o grácil. El *sartorio* se considera un flexor débil de la cadera, su principal función es la flexión de la rodilla y ayuda en la rotación externa o lateral de la cadera.

MÚSCULO PSOAS ILIACO.$_s$



El *músculo cuadríceps crural o femoral* consta en su origen de cuatro masas musculares: *recto anterior o femoral* que sale de la espina iliaca como se muestra, el *vasto externo* y *vasto interno* de la línea áspera en la cara posterior del fémur, y el *crural o vasto intermedio* que sale de la porción anterior del fémur. Los cuatro convergen en un sólo tendón que se inserta en la tuberosidad tibial. La rótula o patela es un hueso sesamoideo que se desarrolla dentro del tendón; de ahí que en un sentido estricto, el tendón, que se encuentra entre la rótula y la tibia, es un ligamento.

SISTEMA MUSCULAR / MIEMBRO INFERIOR
MÚSCULOS DE LA PARTE LATERAL Y ANTERIOR DE LA PIERNA*

LÁMINA 42

véanse también 20, 43, 44

NC 6
1. Ilumine los dos músculos de la parte lateral de la pierna del esquema grande de la izquierda y en los dos diagramas que muestran las inserciones y movimientos.
2. Ilumine los cuatro músculos de la parte anterior de la pierna y en los tres diagramas que muestran las inserciones y función.

PARTE ANTERIOR DE LA PIERNA (DORSIFLEXORES)*

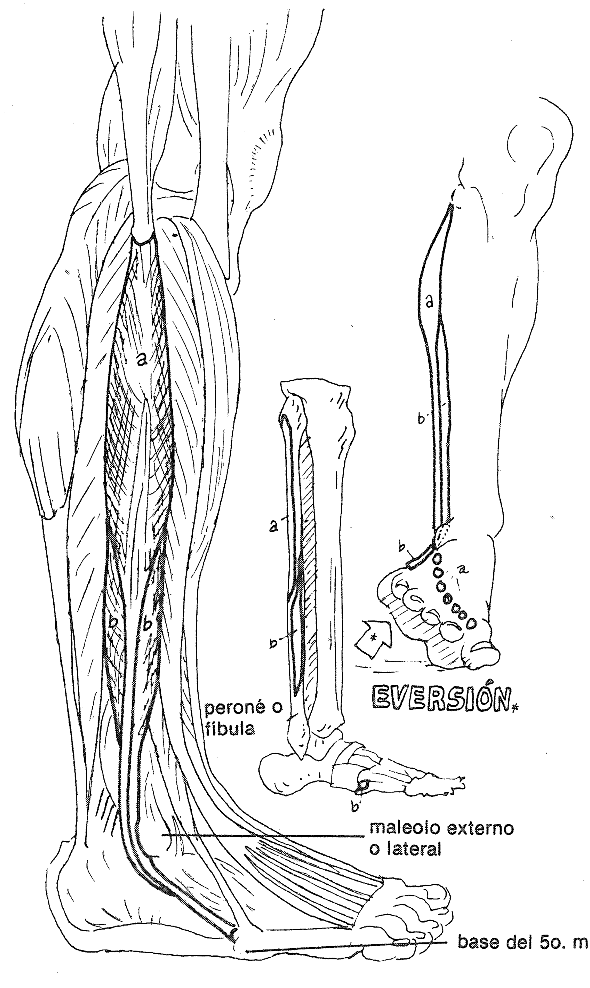
TIBIAL ANTERIOR$_c$
EXTENSOR COMÚN DE LOS DEDOS$_d$
EXTENSOR PROPIO DEL DEDO GRUESO$_e$
PERONEO ANTERIOR$_f$

Estos músculos se encuentran en la porción anterolateral de la pierna, ya que el área antero-medial está ocupada por el cuerpo de la tibia. Cruzan varias articulaciones y son, por lo tanto, dorsiflexores del tobillo, así como extensores de los dedos del pie u ortejos. El *tibial anterior* cruza hacia el arco medial o interno del pie y es, por lo tanto, importante en la inversión del pie, así como en la dorsiflexión del tobillo.

PARTE LATERAL DE LA PIERNA*

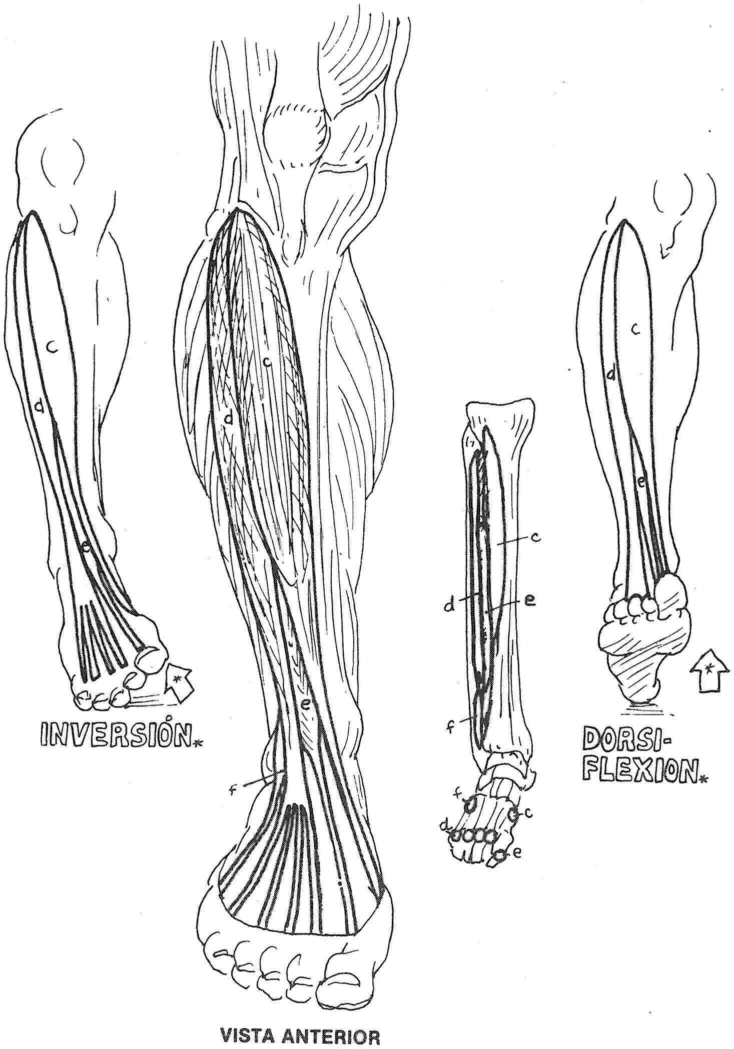
PERONEO LATERAL LARGO$_a$
PERONEO LATERAL CORTO$_b$

Los *músculos peroneales* son principalmente evertores del pie (véase el diagrama de eversión), pues como usted puede ver, estos músculos pasan hacia el borde externo y la porción inferior del pie. El *peroneo anterior o tercero* es, de hecho, parte del extensor común o largo de los dedos, pero puede tener cierta influencia en la eversión. Estos músculos pueden también proteger contra una inversión excesiva.



EVERSIÓN*

VISTA LATERAL



INVERSIÓN*

DORSIFLEXION*

VISTA ANTERIOR

véanse también 20, 42

SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO INFERIOR

MÚSCULOS DE LA PARTE POSTERIOR DE LA PIERNA*

TIBIAL POSTERIOR g

FLEXOR COMÚN DE LOS DEDOS h

FLEXOR LARGO DEL DEDO GRUESO i

POPLÍTEO j

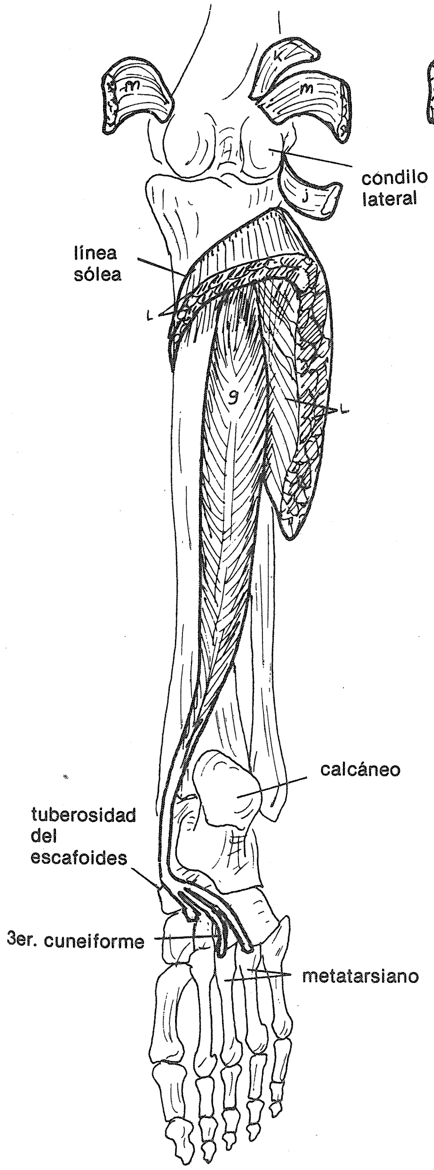
PLANTAR DELGADO k

SÓLEO L

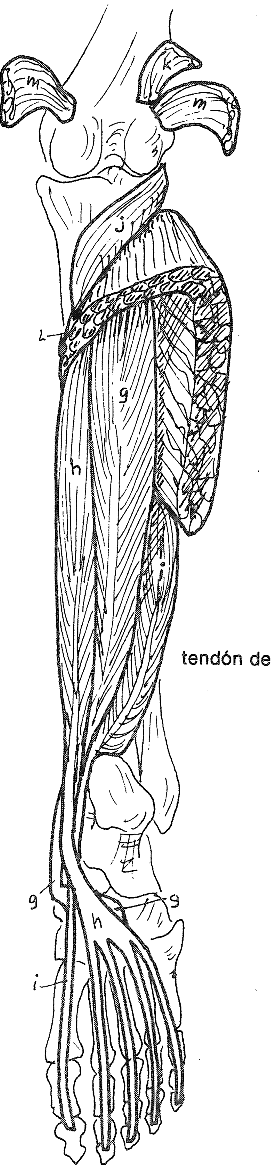
MÚSCULOS GEMELOS m

NC 7

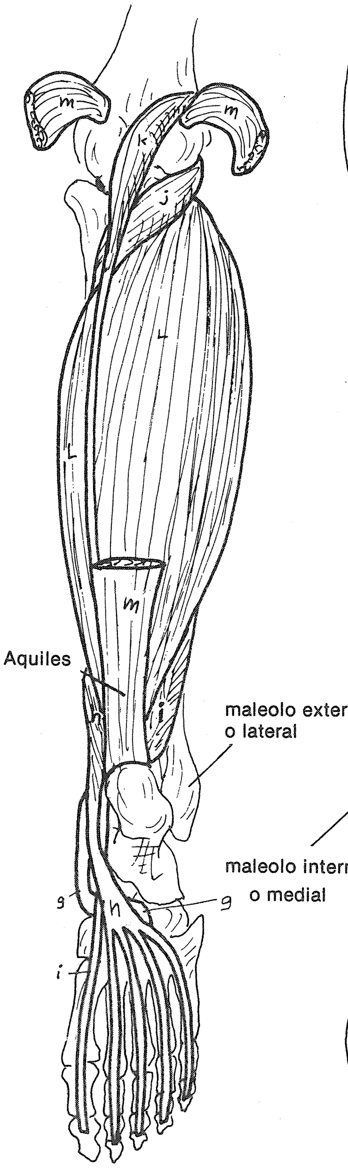
1. Utilizando diferentes colores a los de la lámina precedente, ilumine cada músculo en dondequiera que aparezca en las vistas sucesivas de la cara posterior de la pierna. Ilumine también las inserciones de los músculos que fueron cortados para mostrar los músculos que se encuentran por debajo.
2. En estos esquemas, el pie se muestra con el tobillo en flexión plantar exagerada de manera que se vean mejor los tendones plantares.


m
k
m
j
condilo lateral
línea sólea
L
g
L
calcáneo
tuberosidad del escafoides
3er. cuneiforme
metatarsiano

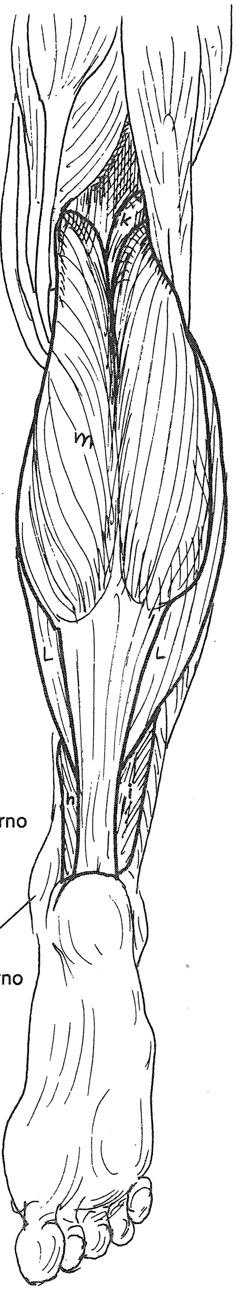
VISTA POSTERIOR
capa más profunda de la pierna


m
k
m
j
L
g
h
i
g
h
g
i

VISTA POSTERIOR
tercera capa de la pierna


m
k
m
j
L
L
m
tendón de Aquiles
h
i
maleolo externo o lateral
maleolo interno o medial
g
h
g
i

VISTA POSTERIOR
segunda capa de la pierna



VISTA POSTERIOR
capa superficial de la pierna

Los *músculos gemelos o gastrocnemio* (2 cabezas) y el *sóleo* forman un músculo tricipital que se inserta en el calcáneo (como tendón de Aquiles) y levanta el cuerpo sobre las cabezas de los metatarsianos (flexión plantar). Todos los demás músculos y tendones que cruzan la articulación del tobillo por detrás del centro de gravedad ayudan en esta acción. Los músculos y tendones que van a los ortejos los flexionan (articulaciones interfalángicas), por ello se llaman flexores de los dedos. La orientación de la inserción del *tibial posterior* tiene influencia primariamente en las articulaciones intertarsales, haciendo de este músculo un invertor primario (véase lamina 42), así como un flexor plantar. El uso funcional de los términos flexión y extensión en la articulación del tobillo es confuso, a pesar de que hay una base embriológica firme para tal uso. Generalmente, los términos flexión plantar (flexión) y dorsiflexión (extensión) se utilizan para los movimientos de la articulación del tobillo.

FLEXIÓN PLANTAR*

véanse también 21, 42, 43

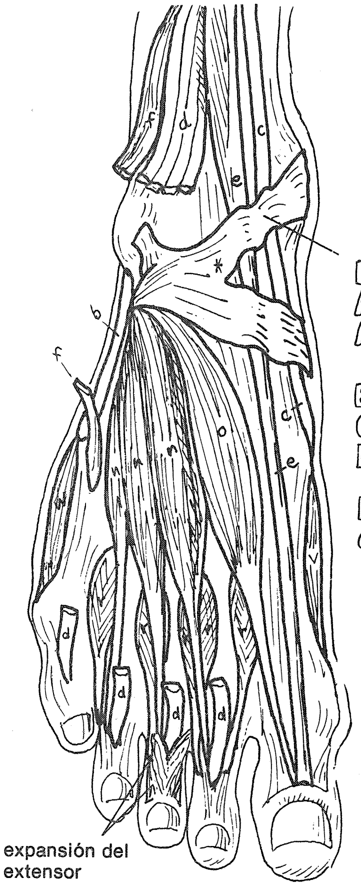
SISTEMA MUSCULAR / MIEMBRO INFERIOR
MÚSCULOS DEL PIE*

NC 12

1. Si dispone de cerca de veintiún colores, utilice los colores de las dos láminas precedentes de la pierna, para iluminar los tendones de los músculos (a-i) dondequiera que aparezcan en esta página. Al relacionar estas tres láminas de la pierna y del pie una con las otras, avanzará en el entendimiento de las muchas relaciones estructurales que existen.
2. Si tiene menos de veintiún colores, deje los tendones (a-i) en blanco.
3. Ilumine los doce músculos del pie empezando con la vista dorsal y pasando después a las capas más profundas de los músculos plantares.

Los músculos de la mano y el pie son generalmente complementarios en estructura. Sin embargo, el pie está estructurado para soportar el peso corporal y proveer de una plataforma móvil en una variedad de terrenos. La mano, con sus dedos largos y huesos delgados es más bien una máquina o herramienta para funciones más precisas. En los esquemas de la superficie dorsal, los tendones largos de los flexores han sido cortados para ver las estructuras más profundas. A diferencia de la mano, hay músculos extensores intrínsecos en las falanges.

Los músculos de la superficie plantar están ordenados en aproximadamente cuatro capas (aquí se muestran tres capas); en conjunción con músculos de la pierna, que contribuyen con tendones hacia el pie, se crea una superficie estable considerablemente móvil. Los músculos intrínsecos del pie se ocupan en su mayoría en la estabilización de las articulaciones del pie al estar parado o al caminar o correr en cualquiera de las diferentes superficies.



SUPERFICIE DORSAL

LIGAMENTO ANULAR ANTERIOR DEL TARSO*

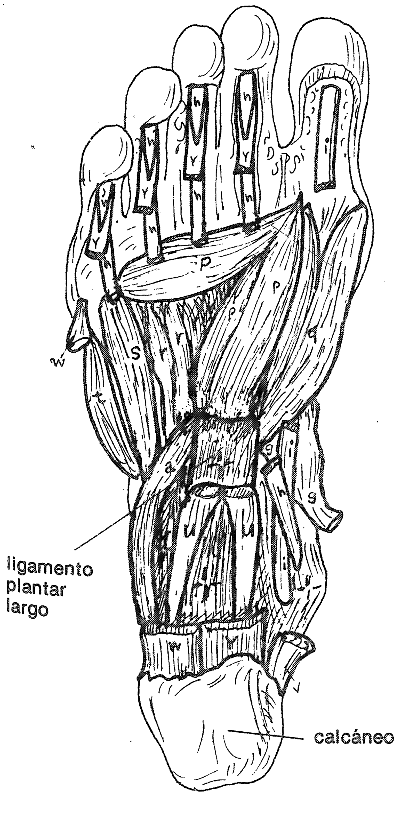
EXTENSOR CORTO DE LOS DEDOS n

EXTENSOR CORTO DEL DEDO GRUESO o

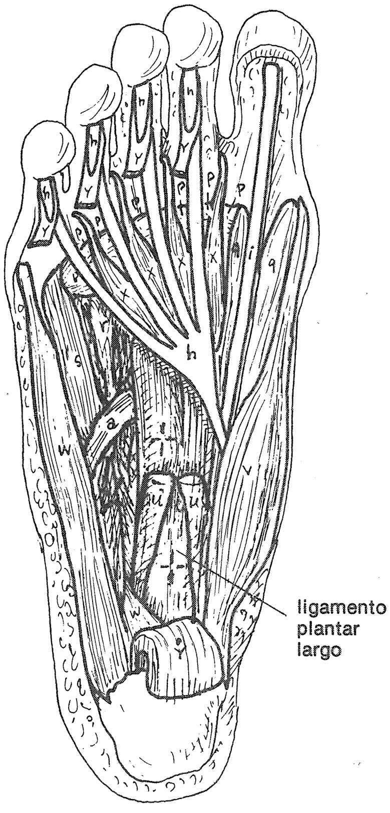
ADUCTOR DEL DEDO GRUESO p
FLEXOR CORTO DEL DEDO GRUESO q
INTERÓSEOS r
FLEX. CORTO DEL DEDO PEQUEÑO s
OPONENTE DEL DEDO PEQUEÑO t
CUADRADO PLANTAR u

ABDUCTOR DEL DEDO GRUESO v
ABD. DEL DEDO PEQUEÑO w
LUMBRICALES x

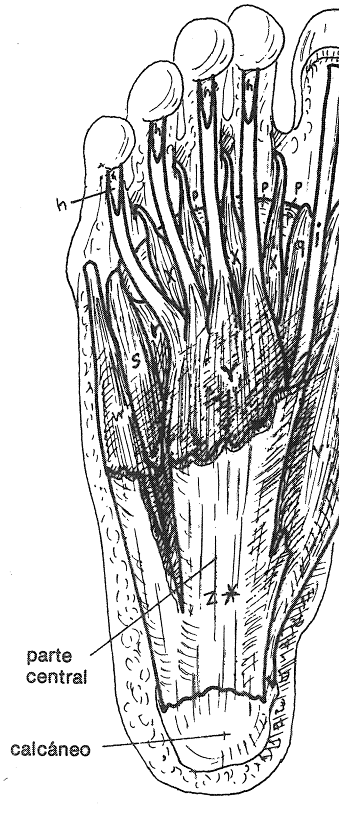
FLEXOR CORTO PLANTAR y
APONEUROSIS PLANTAR z *



SUPERFICIE PLANTAR
capa profunda



SUPERFICIE PLANTAR
capa intermedia



SUPERFICIE PLANTAR
capa superficial

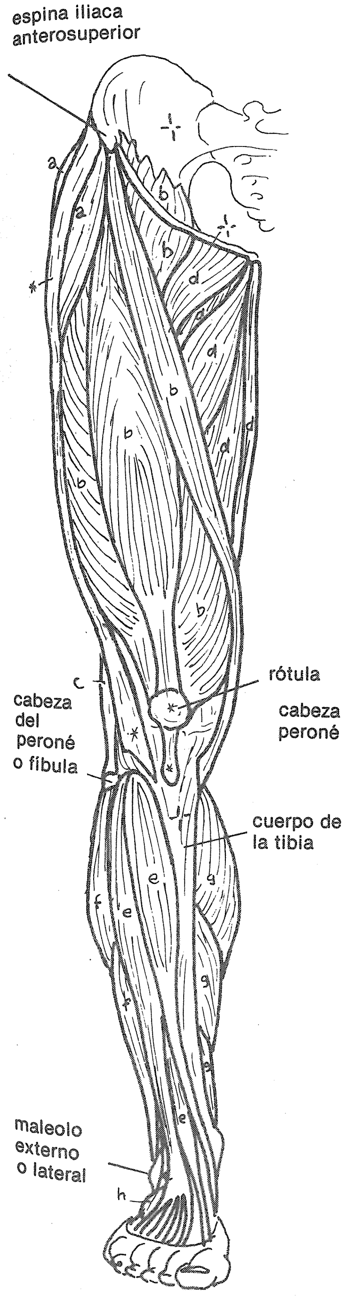
SISTEMA MUSCULAR/ MIEMBRO INFERIOR REGIONES MUSCULARES*

véanse también 20, 38-44

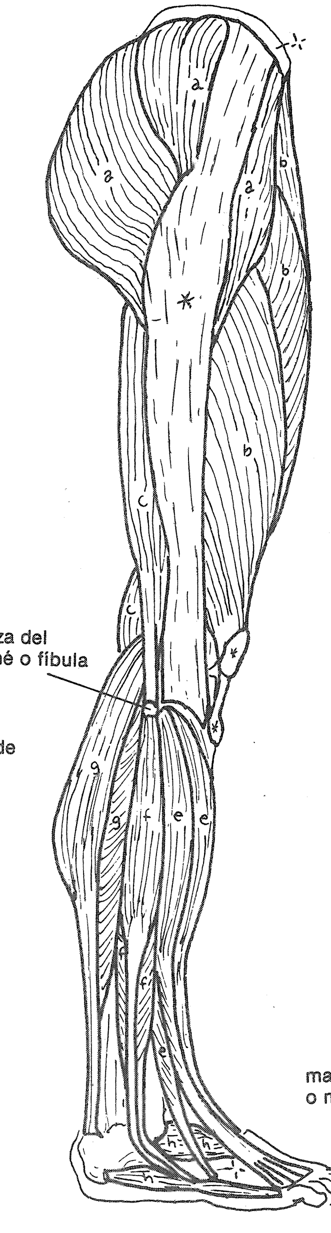
NC 8

1. Ilumine todos los músculos de cada región de un solo color.
2. Trate de identificar cada músculo dentro de una región. Nótese que dentro del hueso de la cadera en la vista interna, se muestran (a') dos músculos de la región glútea (rotadores laterales o externos).

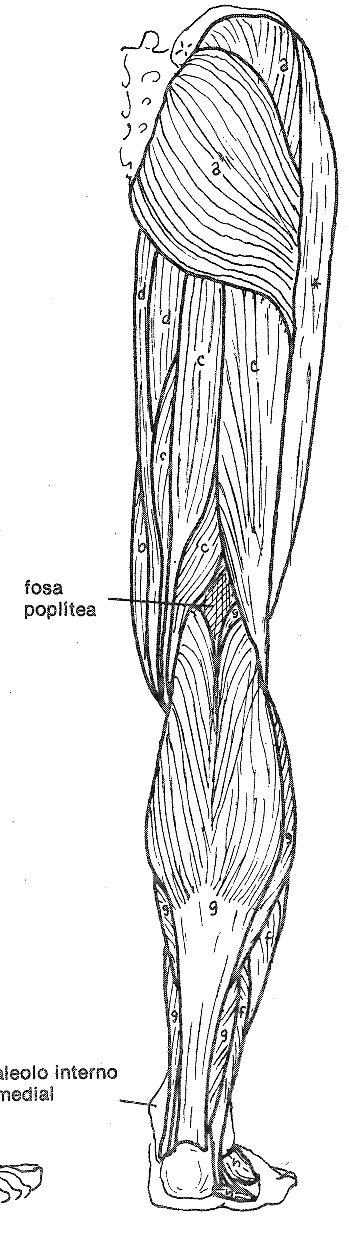
GLÚTEA a
PARTE ANTERIOR DEL MUSLO b
PARTE POSTERIOR DEL MUSLO c
PARTE INTERNA DEL MUSLO d
PARTE ANTERIOR DE LA PIERNA e
PARTE LATERAL DE LA PIERNA f
PARTE POSTERIOR DE LA PIERNA g
PIE h


espina iliaca anterosuperior
rótula
cabeza del peroné o fíbula
cuerpo de la tibia
maleolo externo o lateral

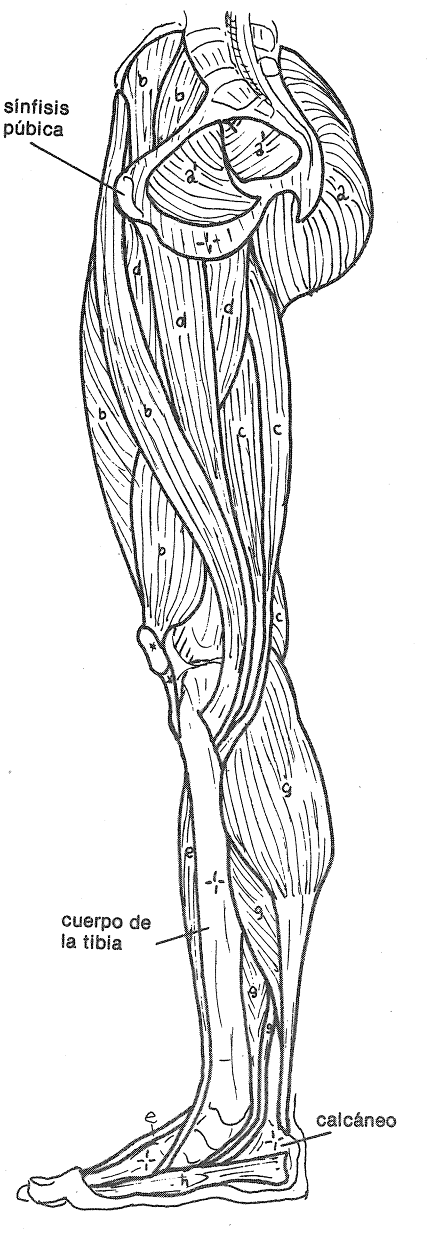
VISTA ANTERIOR


cabeza del peroné o fíbula

VISTA LATERAL


fosa poplítea
maleolo interno o medial

VISTA POSTERIOR


sínfisis púbica
cuerpo de la tibia
calcáneo

VISTA INTERNA O MEDIAL

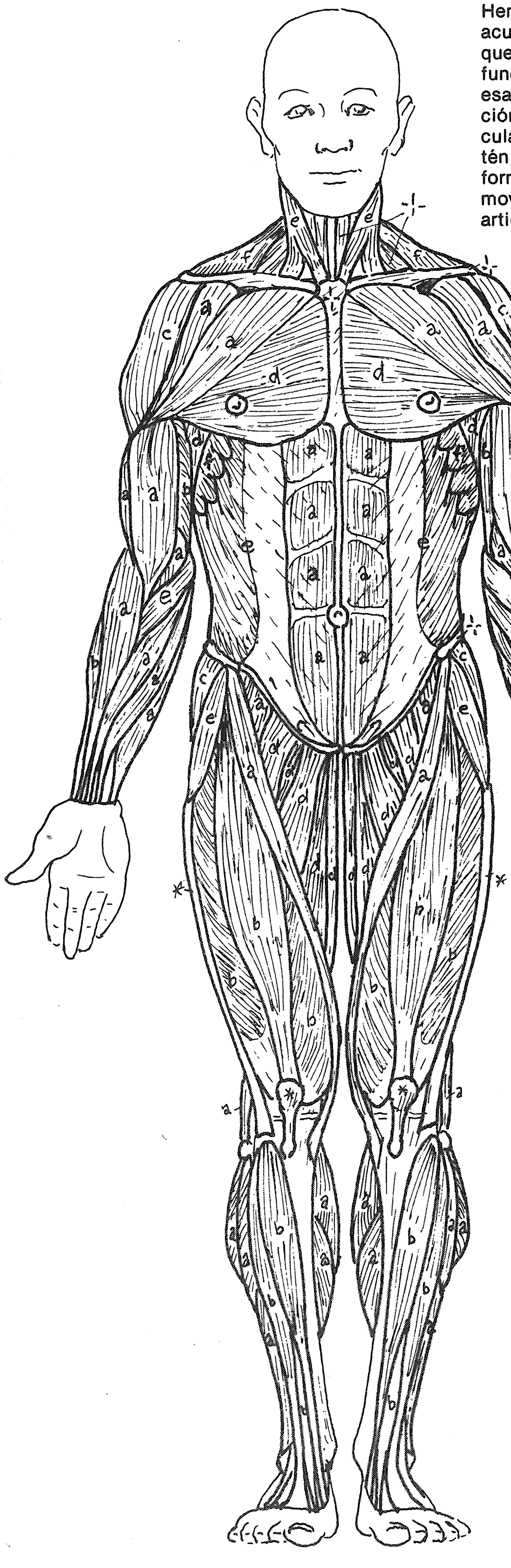
véase también 10

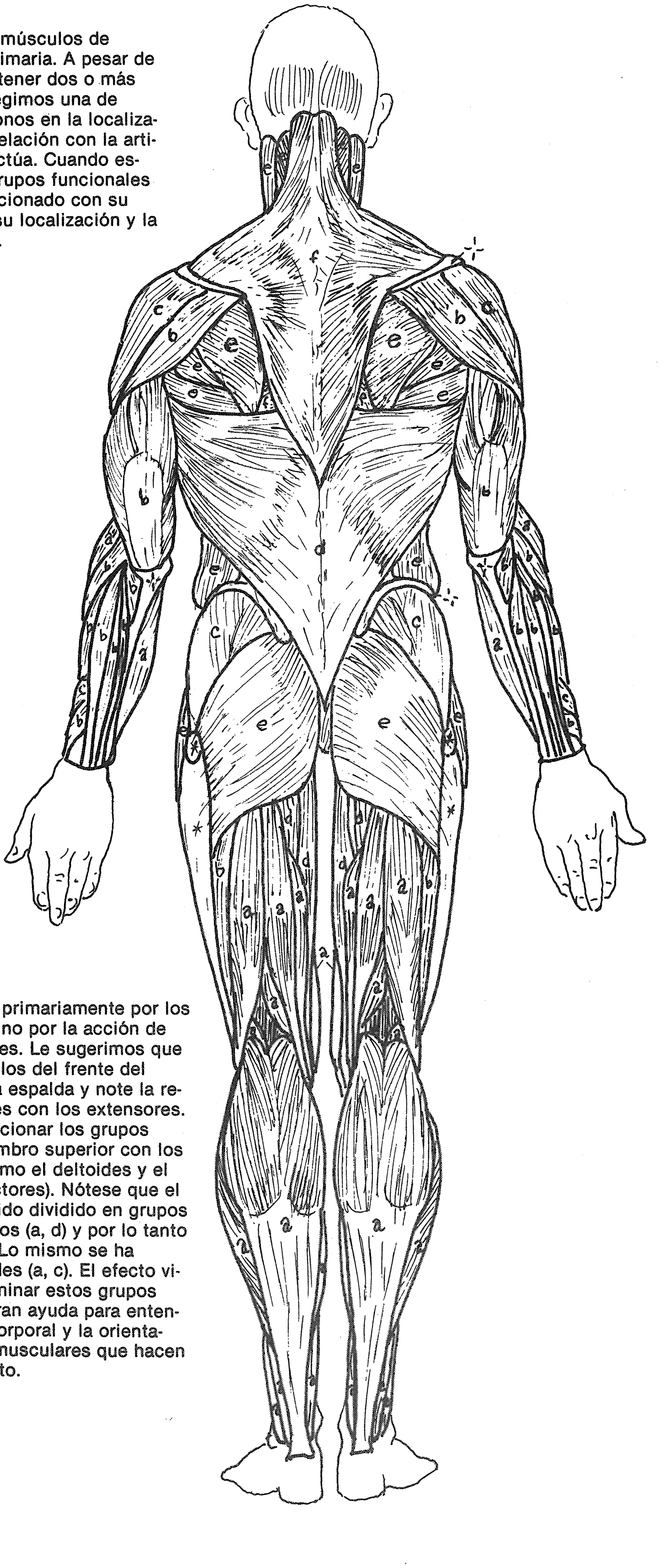
SISTEMA MUSCULAR/ REPASO DEL CUERPO
FUNCIONES RELACIONADAS*

FLEXORES$_{a}$
EXTENSORES$_{b}$
ABDUCTORES$_{c}$
ADUCTORES$_{d}$
ROTADORES$_{e}$
ESTABILIZADORES DE LA ESCÁPULA$_{f}$

NC 6
1. Ilumine las seis áreas de funciones relacionadas con estos músculos superficiales del cuerpo.

Hemos agrupado estos músculos de acuerdo a su función primaria. A pesar de que un músculo puede tener dos o más funciones primarias, elegimos una de esas funciones basándonos en la localización del músculo y su relación con la articulación sobre la que actúa. Cuando estén iluminados, estos grupos funcionales formarán un patrón relacionado con su movimiento particular, su localización y la articulación que operan.





El cuerpo se mueve primariamente por los grupos musculares, no por la acción de músculos individuales. Le sugerimos que relacione los músculos del frente del cuerpo con los de la espalda y note la relación de los flexores con los extensores. Más aún, puede relacionar los grupos musculares del miembro superior con los del inferior, tales como el deltoides y el glúteo medio (abductores). Nótese que el pectoral mayor ha sido dividido en grupos funcionales separados (a, d) y por lo tanto tendrá dos colores. Lo mismo se ha hecho con el deltoides (a, c). El efecto visual obtenido al iluminar estos grupos funcionales es de gran ayuda para entender el movimiento corporal y la orientación de los grupos musculares que hacen posible el movimiento.

véanse también 5, 6, 7

SISTEMA CARDIOVASCULAR
ESQUEMA GENERAL DE LA CIRCULACIÓN*
ESTRUCTURA DE LA ARTERIA$_a$, LA VENA$_b$ Y EL CAPILAR$_c$

NC 7

1. Reserve el rojo para a, azul para b, y morado para c.
2. Ilumine las estructuras de abajo. Conforme ilumine cada capa, haga lo mismo con la banda correspondiente en el corte transversal que se halla debajo.
3. Ilumine el esquema de circulación. Las flechas obscuras se encuentran en los trayectos de las arterias y venas pulmonares, estos vasos deben iluminarse de color rojo. Las flechas delgadas se encuentran en las venas así como el lado derecho del corazón y el tronco pulmonar y arteria pulmonar; estos vasos deben iluminarse de color azul. Ilumine las áreas capilares (c) de color morado. El rojo refleja el grado más elevado de oxigenación. Empiece en la aurícula derecha (marcada con una S), llene el área completamente con color (azul) y trabaje en dirección de las flechas.

Éste es un esquema general de la circulación corporal, pero no es anatómicamente exacto. Utilícelo para ver como la sangre sale del corazón, llega a las regiones del cuerpo, distribuye nutrientes y gases a nivel de los capilares y regresa al corazón.

TÚNICA INTERNA*

ENDOTELIO$_d$

TEJIDO ELÁSTICO AREOLAR E INTERNO$_e$

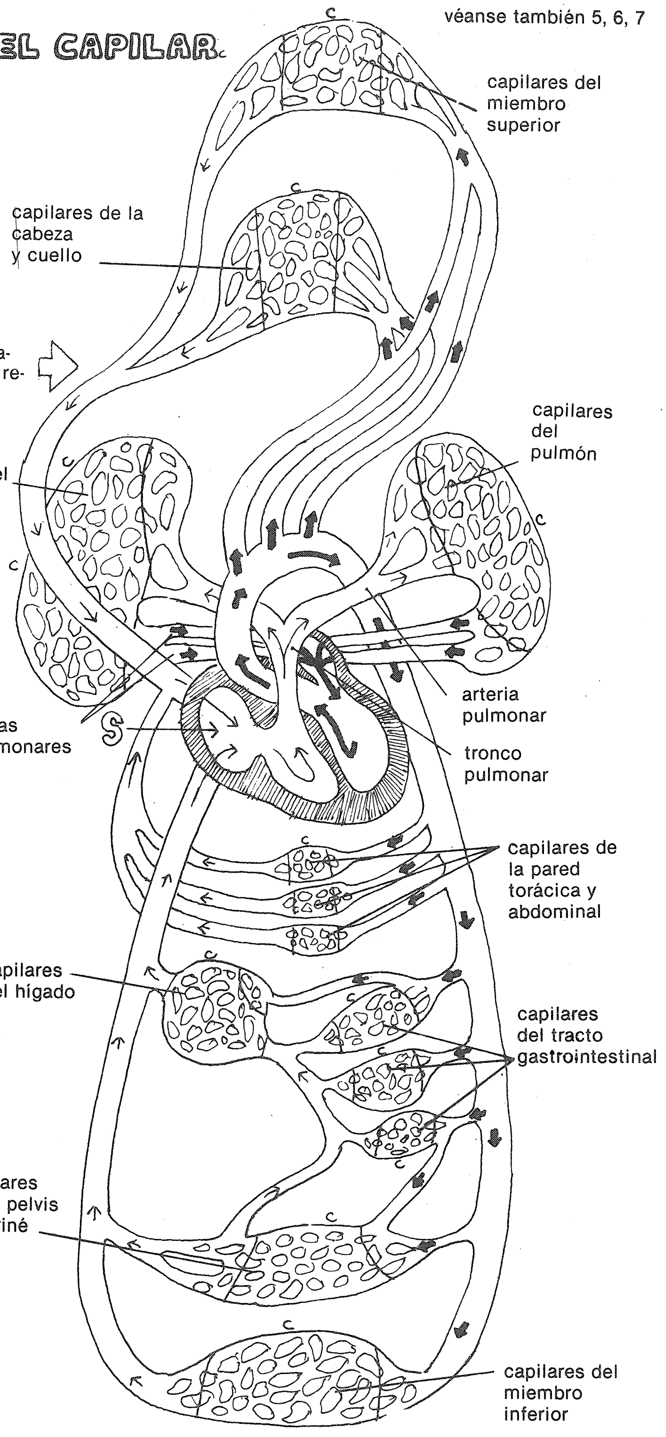
TÚNICA MEDIA*

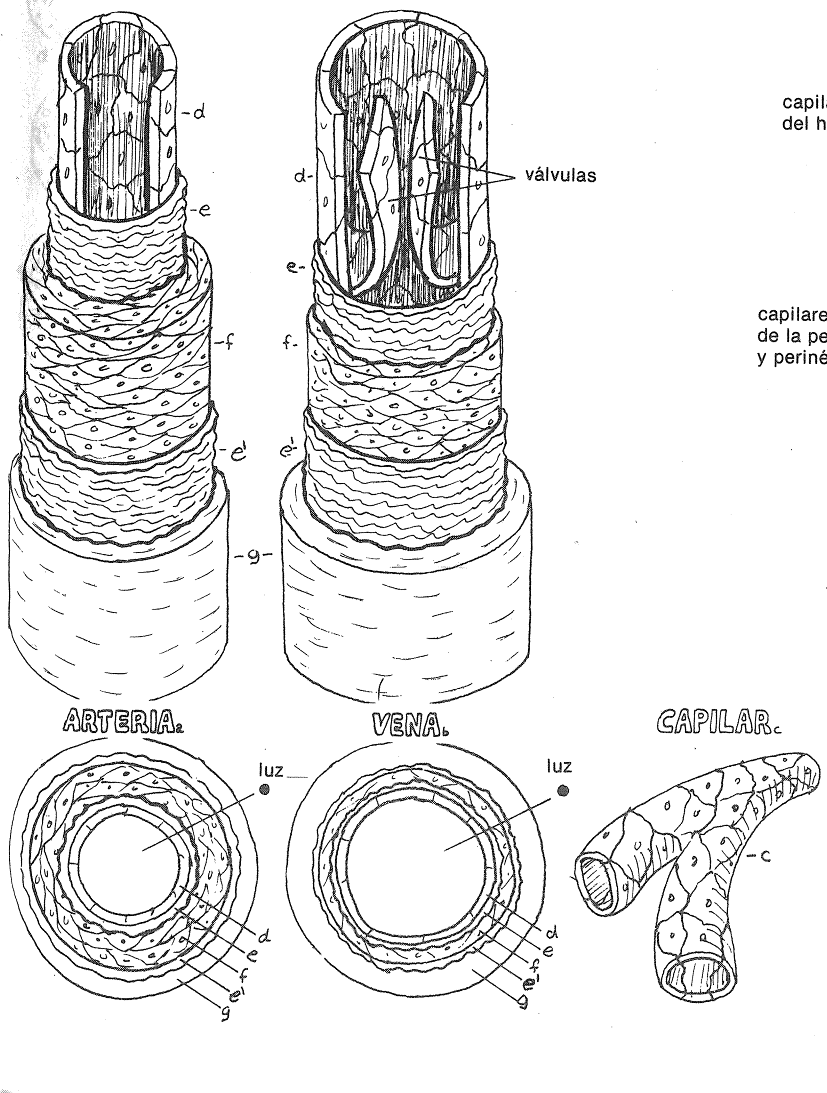
CÉLULAS DE MÚSCULO LISO$_f$

TEJIDO ELÁSTICO AREOLAR Y EXTERNO$_{e'}$

TÚNICA EXTERNA*

TEJIDO CONECTIVO FIBROSO$_g$


c
capilares del miembro superior
c
capilares de la cabeza y cuello
capilares del pulmón
c
capilares del pulmón
c
c
arteria pulmonar
venas pulmonares
S
tronco pulmonar
c
capilares de la pared torácica y abdominal
capilares del hígado
capilares del tracto gastrointestinal
c
c
capilares de la pelvis y periné
c
c
capilares del miembro inferior


-d
-e
-f
-e'
-g-
d-
válvulas
e-
f-
e'
ARTERIA a
luz
d
e
f
e'
g
VENA b
luz
d
e
e'
g
CAPILAR c
-c

Las *arterias* conducen la sangre fuera del corazón independientemente del grado de oxigenación (calidad) de la sangre. El sistema arterial es un sistema de alta presión, y la estructura de sus paredes refleja esto ya que son más gruesas y más organizadas que las venas. La capa de músculo liso actúa regulando la distribución sanguínea y, en las arterias más pequeñas puede impedir el flujo de sangre completamente hacia una red capilar. Las *venas* conducen la sangre a baja presión y la regresan al corazón, independientemente de la calidad de la sangre. Tienen mucho menos músculo y tejido elástico en sus paredes, y se pueden dilatar considerablemente hasta convertirse en un reservorio de sangre. El tejido epitelial escamoso simple (*endotelio*) forma válvulas en ciertos puntos del sistema venoso de los miembros y el cuello, lo que previene el reflujo e impide el estancamiento de la sangre en las extremidades inferiores. Los *capilares* son simples tubos de endotelio en los cuales los nutrientes y gases pueden difundirse hacia adentro y afuera de los tejidos como respuesta a la difusión simple y presiones osmóticas. Nótese, en el esquema de la circulación, que la sangre del tracto gastrointestinal pasa por una segunda red capilar en el hígado antes de regresar al corazón (sistema portal intrahepático).

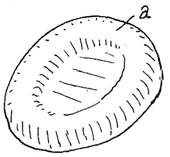
SISTEMA CARDIOVASCULAR

SANGRE Y CÉLULAS SANGUÍNEAS*

NC 12

1. Cada una de las células sanguíneas que se muestran consta de citoplasma, núcleo y gránulos. Teñidos adecuadamente, muestran varios colores. Para obtener un efecto completo, cada parte de la célula (con letra, pero sin nombre), debe iluminarse de la manera siguiente: a—naranja pálido; b—azul pálido; c—rojo; d—púrpura rojizo; e—morado obscuro; f—morado claro; g—café dorado; h—color paja. Estos colores son consistentes con las tinturas utilizadas por lo general para observar estas células microscópicas.
2. Nótese que los gránulos se tornan más grandes conforme se pasa de los neutrófilos a los basófilos. No se preocupe de cubrir cada gránulo con el color apropiado.
3. Los nombres de los diferentes leucocitos deberán dejarse en blanco.
4. En la mitad derecha del tubo de ensayo esquematizado, nótese que las áreas que representan la porción de agua del plasma y los leucocitos y plaquetas de la porción de la fracción de células sanguíneas, debe dejarse sin iluminar.

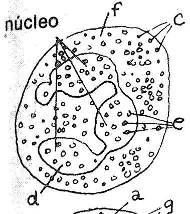
ERITROCITOS (GLÓBULOS ROJOS)a



Los *eritrocitos* se forman en la médula ósea, pierden su núcleo, entran al torrente sanguíneo y permanecen en él aproximadamente 120 días, después de los cuales son atrapados en el bazo y destruidos. El eritrocito circulante es un saco de hemoglobina recubierto de membrana, que tiene una gran afinidad por el oxígeno. Los eritrocitos toman el oxígeno de los pulmones y lo liberan en los capilares hacia los tejidos y las células. Los eritrocitos son los principales transportadores de oxígeno en el cuerpo, sin embargo, nunca dejan el torrente sanguíneo, excepto cuando son destruidos por el bazo. Existen cerca de 5 millones de eritrocitos por mililitro de sangre (menos, en las mujeres).

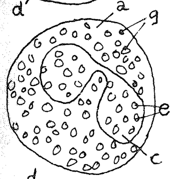
LEUCOCITOS (GLÓBULOS BLANCOS):

LEUCOCITOS GRANULARES*



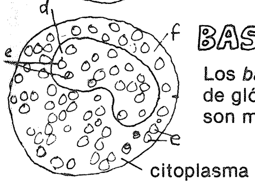
NEUTRÓFILOS

Los *neutrófilos* constituyen cerca de un 65 por ciento de la población total de leucocitos. Se originan en la médula ósea, y contienen fuertes enzimas en sus gránulos. Toman bacterias en los sitios de infección y las matan. Las masas de neutrófilos llenos de bacterias son conocidas como pus.



EOSINÓFILOS

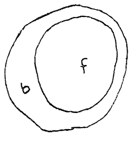
Los *eosinófilos* forman cerca del 3% de la población total de leucocitos, y sus gránulos son muy coloridos cuando están adecuadamente teñidos. Su función precisa no está bien conocida, pero su concentración aumenta en las reacciones alérgicas.



BASÓFILOS

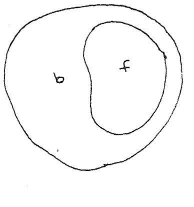
Los *basófilos* constituyen menos del 1% de la población de glóbulos blancos, y sus gránulos teñidos de obscuro son muy característicos. No se conoce su función.

LEUCOCITOS NO GRANULARES*



LINFOCITOS

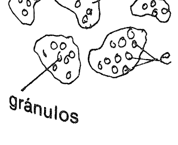
Los *linfocitos*, constituyen alrededor del 30 por ciento de los leucocitos, se originan en el tejido linfático (nódulos linfáticos, timo, bazo) y en la médula ósea. Los linfocitos secretan anticuerpos y ayudan en el rechazo de trasplantes de tejido extraño. Son una parte esencial del sistema de defensa del cuerpo.



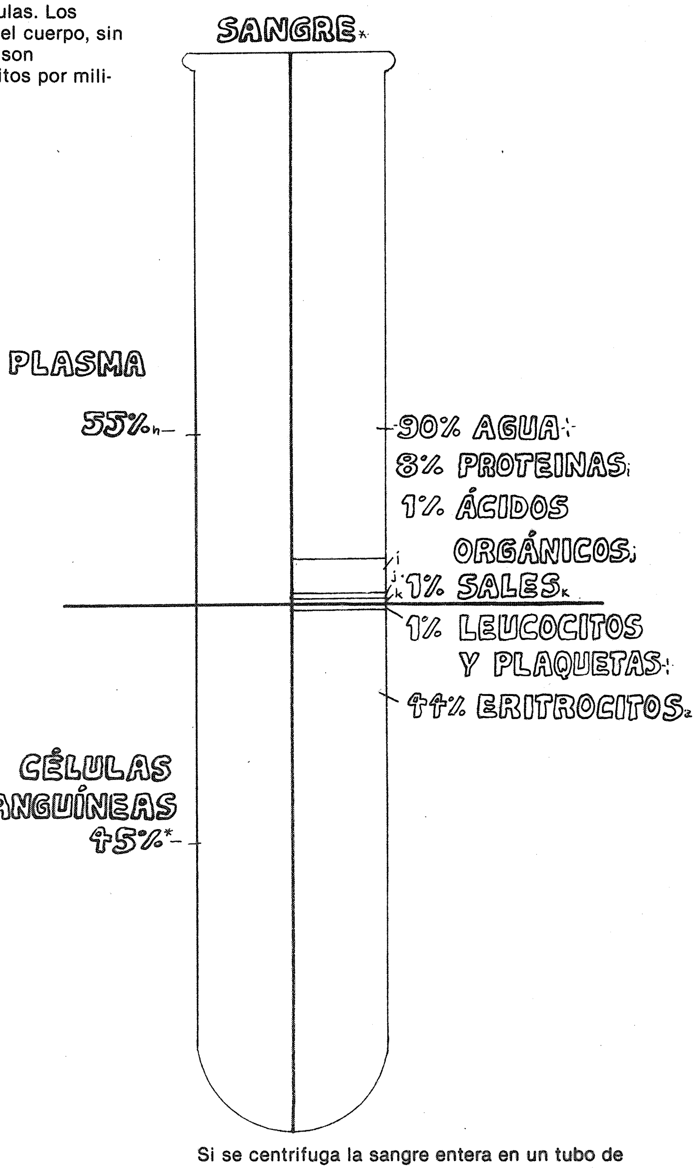
MONOCITOS

Los *monocitos* son los leucocitos más grandes. Pueden fácilmente entrar o salir de la circulación y son capaces de ingerir vorazmente las bacterias. Estos, junto con los neutrófilos y linfocitos, juegan un papel importante en el sistema de defensa (inmune) del cuerpo.

PLAQUETASb



Las *plaquetas*, pequeñas porciones de citoplasma de células gigantes de la médula ósea, se encuentran en el sistema circulatorio en cantidad de 250 000 por mililitro de sangre aproximadamente. Los gránulos de las plaquetas son los responsables por el mecanismo de coagulación que se observa en los vasos sanguíneos lesionados.



Si se centrifuga la sangre entera en un tubo de ensayo como se muestra, el *volumen de glóbulos rojos* se depositará en el fondo, la *fracción de leucocitos* formará una capa color ante por encima de ésta y el plasma se formará en la parte de arriba, constituyendo un 55 por ciento del volumen total. El contenido proteínico del plasma (proteínas plasmáticas) juega un papel crítico en el mecanismo de coagulación. El líquido de la sangre que queda después de la coagulación se llama suero.

SISTEMA CARDIOVASCULAR
EL MEDIASTINO.

véanse también 14, 29

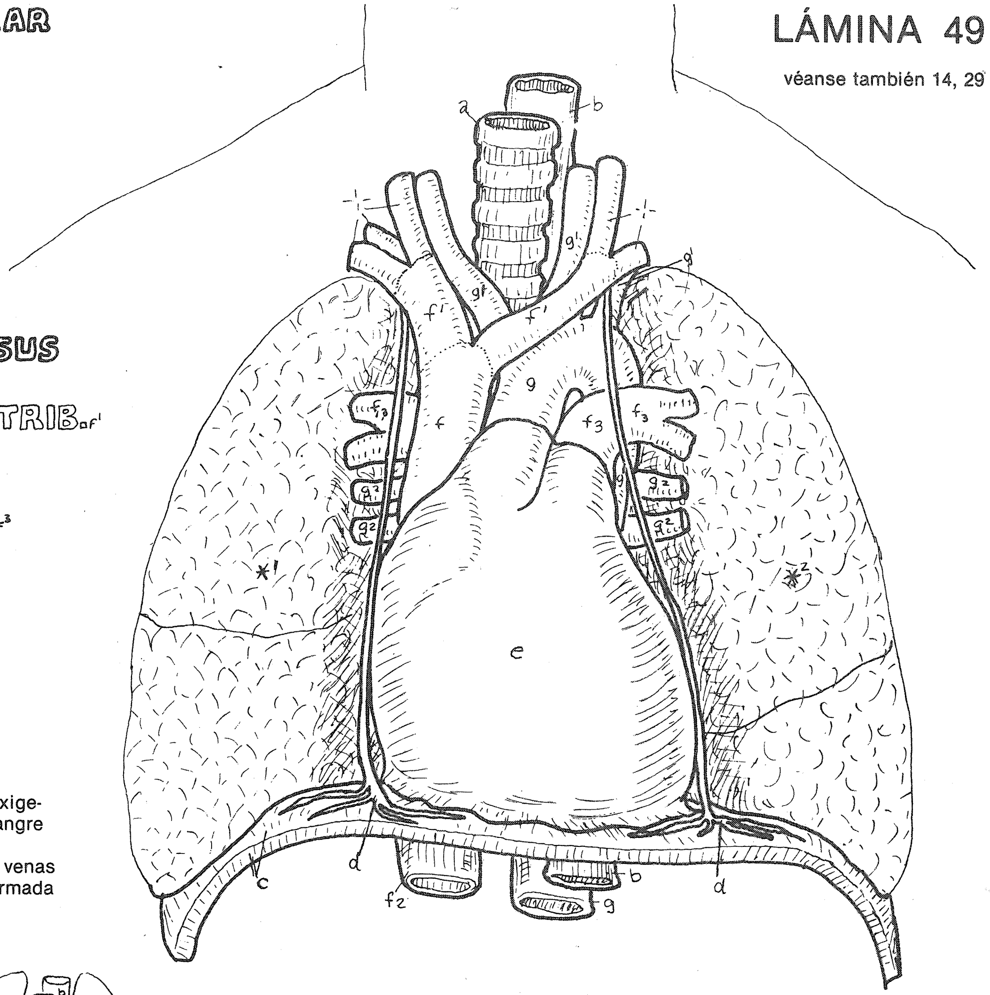
TRÁQUEA$_a$
ESÓFAGO$_b$
PULMONES$_*$ D.$_{*^1}$ I.$_{*^2}$
DIAFRAGMA$_c$
NERVIO FRÉNICO$_d$
PERICARDIO$_e$

LOS GRANDES VASOS Y SUS RAMAS/TRIBUTARIAS.

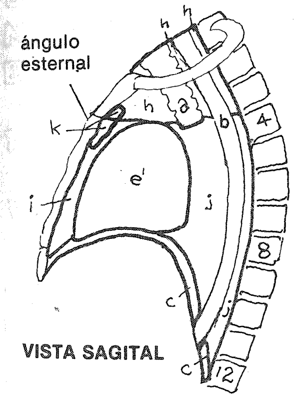
VENA CAVA SUPERIOR$_f$ Y TRIB.$_{f^1}$
VENA CAVA INFERIOR$_{f^2}$
AORTA$_g$ Y RAMAS$_{g^1}$
ARTERIAS PULMONARES$_{f^3}$
VENAS PULMONARES$_{g^2}$

MEDIASTINO.

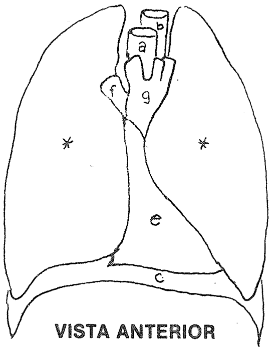
SUPERIOR$_h$ ANTERIOR$_i$
MEDIO$_{e^1}$ POSTERIOR$_j$



NC 14
1. Ilumine de rojo los vasos que llevan sangre oxigenada (g, g^1, g^2); ilumine de azul los que llevan sangre desoxigenada (reducida) (f, f^1, f^2, f^3).
2. De las arterias salen ramas (de g sale g^1); las venas reciben tributarias que las van formando (f es formada por f^1).



VISTA SAGITAL



VISTA ANTERIOR

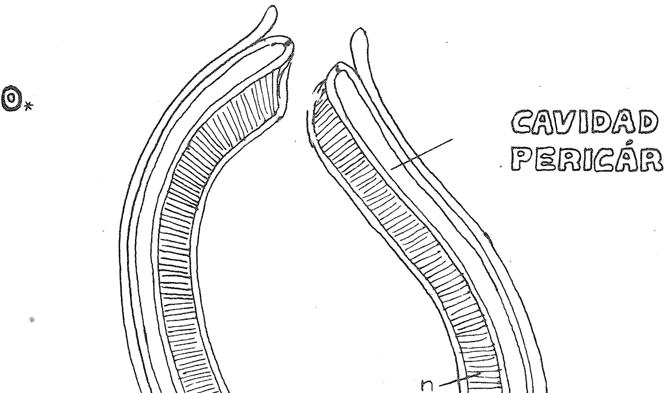
El *mediastino* es una porción entre los pulmones que se encuentra densamente poblada. Con propósitos descriptivos, se subdivide como se muestra a la izquierda. El *mediastino superior* está limitado por arriba por la primera costilla y por debajo por una línea imaginaria horizontal que va desde el ángulo esternal a la 4a. vértebra torácica. En esta porción puede uno encontrar los grandes vasos del corazón (excepto la vena cava inferior), *tráquea*, *esófago* e importantes nervios, incluyendo los *nervios frénicos* que van al *diafragma*. El *mediastino medio* está ocupado por el corazón y su saco. El *mediastino anterior* está desprovisto casi de estructuras a excepción de la *glándula del timo*, la cual puede extenderse hacia abajo desde el mediastino superior en los niños. La glándula del timo se muestra en el diagrama de extrema izquierda. El *mediastino posterior* contiene el esófago, la aorta descendente, el conducto torácico, los nervios vagos, etc. Nótese que el piso del mediastino es el diafragma. En el diagrama de la izquierda se ve el corazón parcialmente cubierto por el pulmón izquierdo; esto es anatómicamente correcto; en el esquema de arriba el pulmón ha sido retraído hacia la izquierda para exponer el nervio frénico.

GLÁNDULA DEL TIMO$_k$

PAREDES DEL CORAZÓN Y PERICARDIO$_*$

PERICARDIO FIBROSO$_e$
PERICARDIO PARIETAL$_L$
PERICARDIO VISCERAL$_m$
MIOCARDIO$_n$
ENDOCARDIO$_o$

CAVIDAD PERICÁRDICA.



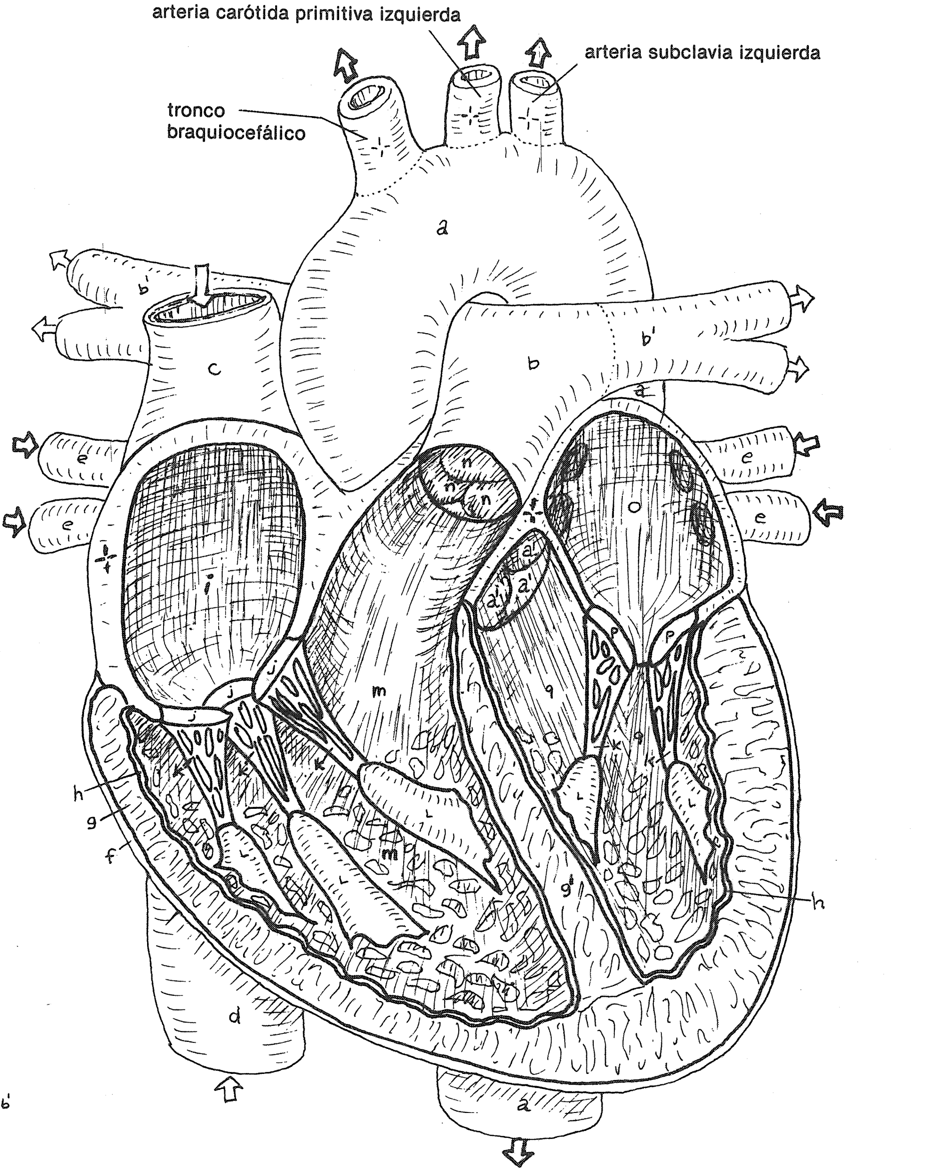
El corazón está envuelto en un saco de tres capas (*pericardio*). El *pericardio visceral*, la más interna (epicardio), reviste al corazón. En el origen del arco aórtico, esta capa se voltea hacia afuera para tornarse en *pericardio parietal*. Ambas capas secretan un líquido que permite que el corazón se mueva dentro del saco sin crear fricción. La *cavidad pericárdica* es sólo virtual, ya que las dos capas de pericardio se encuentran normalmente separadas por una fina capa de líquido. El *pericardio fibroso* es la cara externa del pericardio parietal; como su nombre lo dice es fibroso y recubierto de grasa, y se encuentra fuertemente unido al esternón, los grandes vasos y al diafragma. Mantiene así en su lugar al corazón que late rítmicamente. El corazón está formado por una capa interna de epitelio simple escamoso (*endocardio*) y una muscular *miocardio*.

véanse también 47, 49

SISTEMA CARDIOVASCULAR
CAVIDADES DEL CORAZÓN*

NC 17

1. En ambos esquemas utilice el color rojo para iluminar las flechas y números gruesos (que representan el flujo de sangre oxigenada desde los pulmones). Utilice azul para flechas y números delgados (sangre desoxigenada o reducida). Inicie la iluminación de las estructuras con la vena cava superior (c) y siga la secuencia de los títulos (dirección del flujo sanguíneo).
2. Deje los colores brillantes u obscuros para f, h, i, j, k, l, p.
3. Ilumine las flechas en el diagrama inferior, empezando en la aurícula derecha (1) con azul y siguiendo la dirección de las flechas que representan el flujo sanguíneo.


arteria carótida primitiva izquierda
arteria subclavia izquierda
tronco braquiocefálico
a
b
b'
b
c
e
e
e
e
n
n
n
o
i
a'
a'
a'
m
q
p
p
j
j
k
k
l
h
g
f
m
g'
d
a
h

VENA CAVA SUPERIOR$_c$
VENA CAVA INFERIOR$_d$

AURÍCULA DERECHA$_i$

VÁLVULA TRICÚSPIDE$_j$
CUERDAS TENDINOSAS$_k$
MÚSCULO PAPILAR$_l$

VENTRÍCULO DERECHO$_m$
ENDOCARDIO$_h$
MIOCARDIO$_g$
EPICARDIO$_f$
(PERICARDIO VISCERAL)$_f$
TABIQUE
INTERVENTRICULAR$_{g'}$
VÁLVULA SEMILUNAR
PULMONAR$_n$

TRONCO PULMONAR$_b$/ARTERIA$_{b'}$
VENAS PULMONARES$_e$

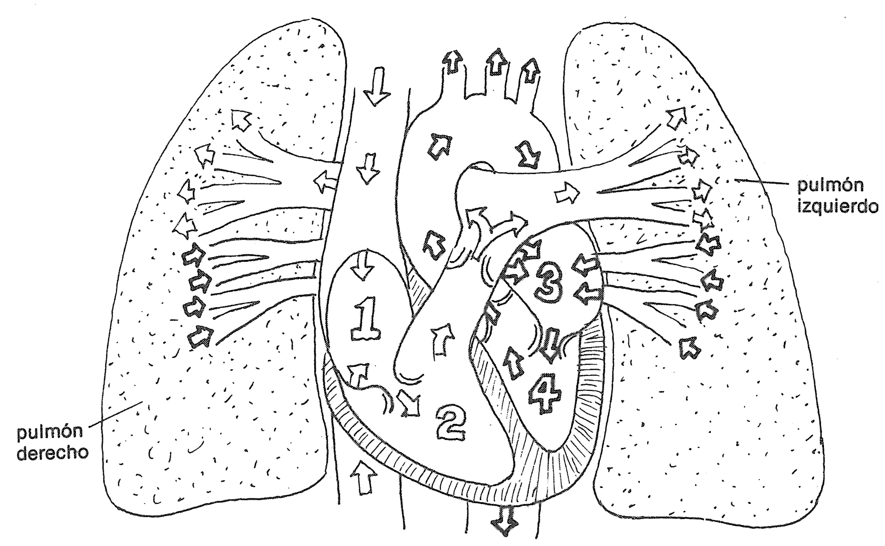
AURÍCULA IZQUIERDA$_o$

VÁLVULA BICÚSPIDE (MITRAL)$_p$

VENTRÍCULO IZQUIERDO$_q$
VÁLVULA SEMILUNAR AÓRTICA$_{a'}$

AORTA$_a$

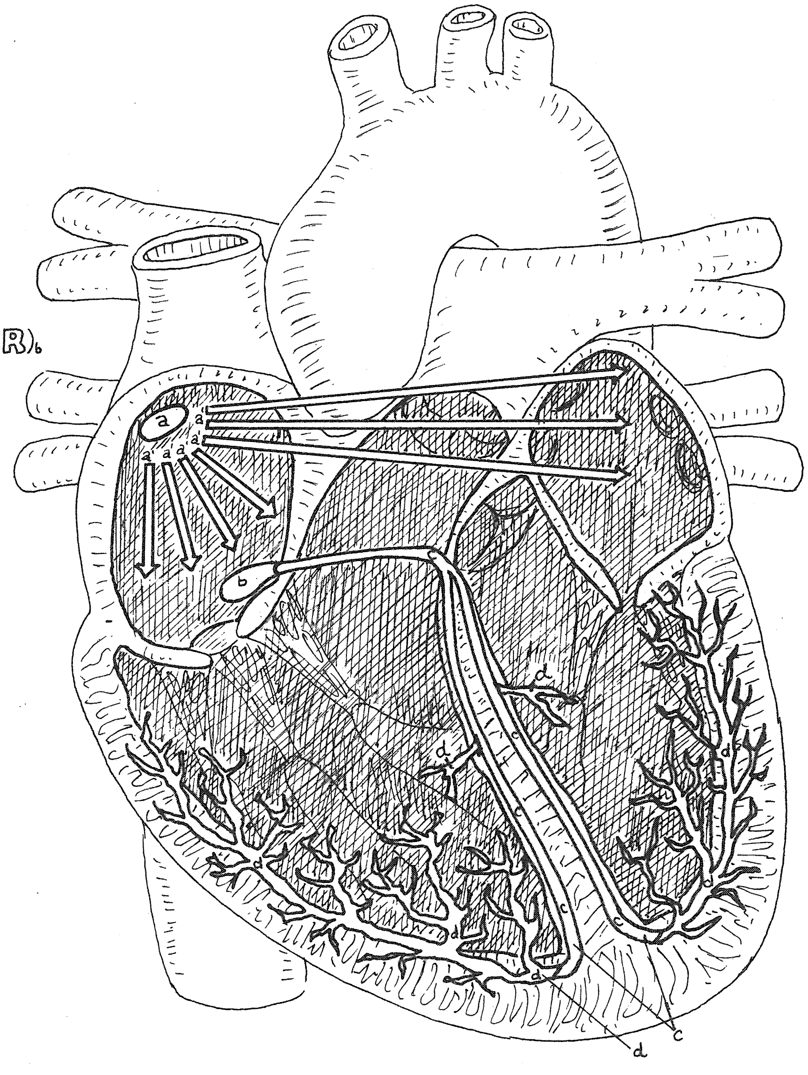
El *corazón* es la bomba muscular del sistema vascular, que impele a la sangre y la única en el sistema. Tiene cuatro cavidades: dos a la derecha relacionadas con los pulmones (circulación pulmonar) y dos a la izquierda que tienen relación con el resto del cuerpo (circulación sistémica). La sangre desoxigenada o reducida proveniente del cuerpo entra a la *aurícula derecha* y es bombeada a los pulmones por el *ventrículo derecho* bajo presión relativamente baja. La sangre oxigenada regresa a la *aurícula izquierda* y es bombeada a los tejidos corporales por el *ventrículo izquierdo* bajo presión relativamente alta, un hecho que se refleja en el mayor grosor que tienen las paredes del ventrículo izquierdo. Las *válvulas bi/tricúspide* previenen la regurgitación de la sangre hacia la aurícula; las *válvulas semilunares* previenen el reflujo de la sangre hacia el ventrículo. El *endocardio* es una continuación del endotelio, el cual recubre todos los vasos sanguíneos: epitelio simple escamoso. El *miocardio* es el músculo cardiaco.



SISTEMA CARDIOVASCULAR
SISTEMA CARDIACO DE CONDUCCIÓN*

NC 4
1. Ilumine el sistema cardiaco de conducción, nótese que a y a' llevan el mismo color.
2. Ilumine el electrocardiograma de abajo, incluyendo las diversas letras.

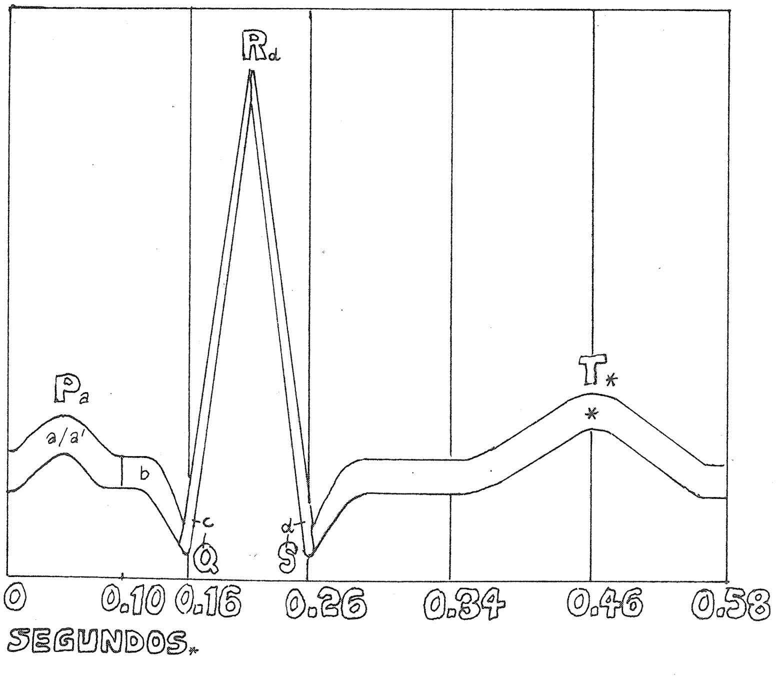
NODO SA (SENOAURICULAR)a
TRAYECTOS INTERNODALES a'
NODO AV (AURICULOVENTRICULAR)b
HAZ AV (HIS)c
FIBRAS DE PURKINJE d



Las células (fibras) de músculo cardiaco son capaces de contraerse espontáneamente; o sea, sin estímulo nervioso. Si todas las células cardiacas se contrajeran independientemente sin sincronía, no tedría lugar una acción de bombeo eficaz. Existe una red de fibras musculares especializadas, que conducen mejor los impulsos electrofisiológicos cuando se contraen. Situado entre las fibras de músculo cardiaco regular, este *sistema de conducción cardiaco* es más autoexcitable que las propias fibras de músculo cardiaco y por ese motivo controla y sincroniza la contracción del músculo cardiaco. El *nodo SA* es la parte más excitable de todo el sistema y por eso impone el paso ("marcapaso") de la conducción del impulso. Los impulsos pasan a través de la musculatura auricular a lo largo de los *trayectos internodales* (cuya existencia se halla en estudio) al *nodo AV*. Los impulsos pasan de aquí a través del *haz AV* a las *fibras de Purkinje* y de ahí a los músculos ventriculares. Después de un corto retraso, el nodo SA dispara nuevamente y el ciclo se repite por sí mismo. Cada ciclo crea una secuencia de bombeo. Es esta acción de bombeo de los ventrículos lo que constituye el latido cardiaco.

El *ECG* mide la actividad electromecánica del corazón. Se colocan electrodos en un número de puntos corporales y se registran, en la piel, los cambios de corriente y voltaje del corazón. La onda *P* es creada por impulsos que pasan a través de la aurícula desde el nodo SA. La contracción auricular se presenta inmediatamente. El final de la onda P refleja un retraso en la transmisión del impulso en el nodo AV. El complejo *QRS* refleja la transmisión del impulso por el haz, a través de la fibras de Purkinje y al músculo ventricular —una transmisión muy rápida, como puede verse—. En el acto se presenta la contracción ventricular. La onda *T* es causada por la recuperación de la carga eléctrica en los ventrículos y es seguida de otra onda P.

ELECTROCARDIOGRAMA (ECG)*



SISTEMA CARDIOVASCULAR
CIRCULACIÓN CORONARIA DEL CORAZÓN*

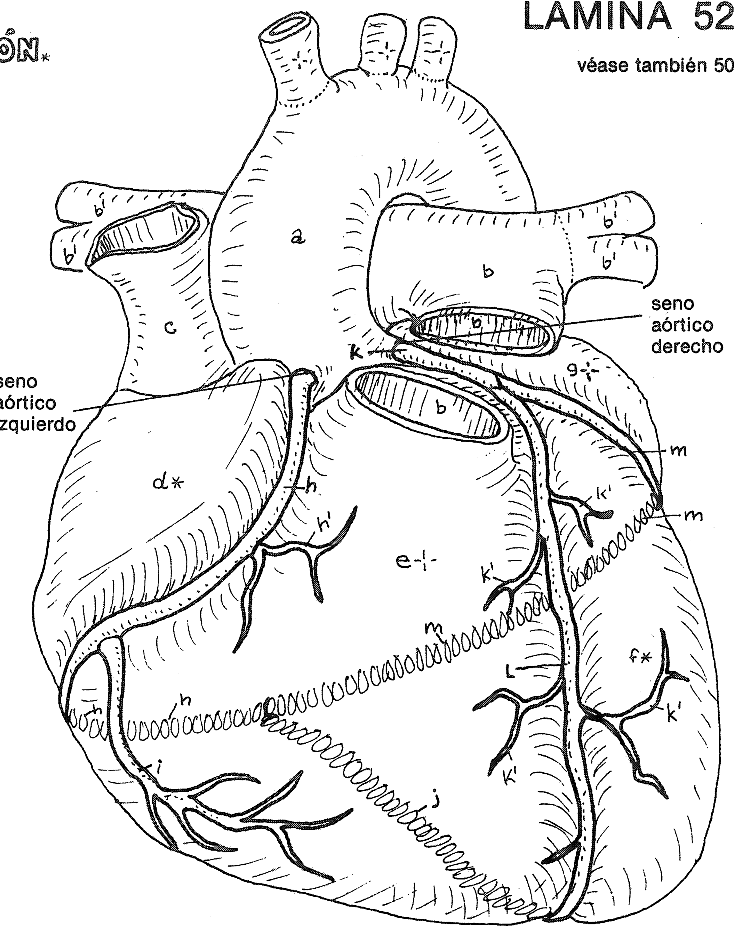
NC 16
1. Reserve los colores más brillantes o más obscuros para las arterias y venas (n-t).
2. Nótese que la aurícula derecha y el ventrículo izquierdo deben iluminarse de color gris. Las otras dos cavidades deben dejarse en blanco.
3. Las líneas quebradas o discontinuas representan los vasos de la cara posterior del corazón y deben iluminarse.
4. Nótese que la arteria pulmonar ha sido disecada y separada para mostrar el origen de la arteria coronaria izquierda.

AORTA a
TRONCO b/ARTERIA PULMONAR b'
VENA CAVA SUPERIOR c
AURÍCULA DERECHA d*
VENTRÍCULO DERECHO e-:-
VENTRÍCULO IZQUIERDO f*
AURÍCULA IZQUIERDA g-:-

LAS ARTERIAS CORONARIAS*
ARTERIA CORONARIA DERECHA h
- RAMAS MUSCULARES h'
- RAMA MARGINAL i
- RAMA INTERVENTRICULAR POSTERIOR j

ARTERIA CORONARIA IZQUIERDA k
- RAMAS MUSCULARES k'
- RAMA INTERVENTRICULAR ANTERIOR L
- ARTERIA CIRCUNFLEJA m

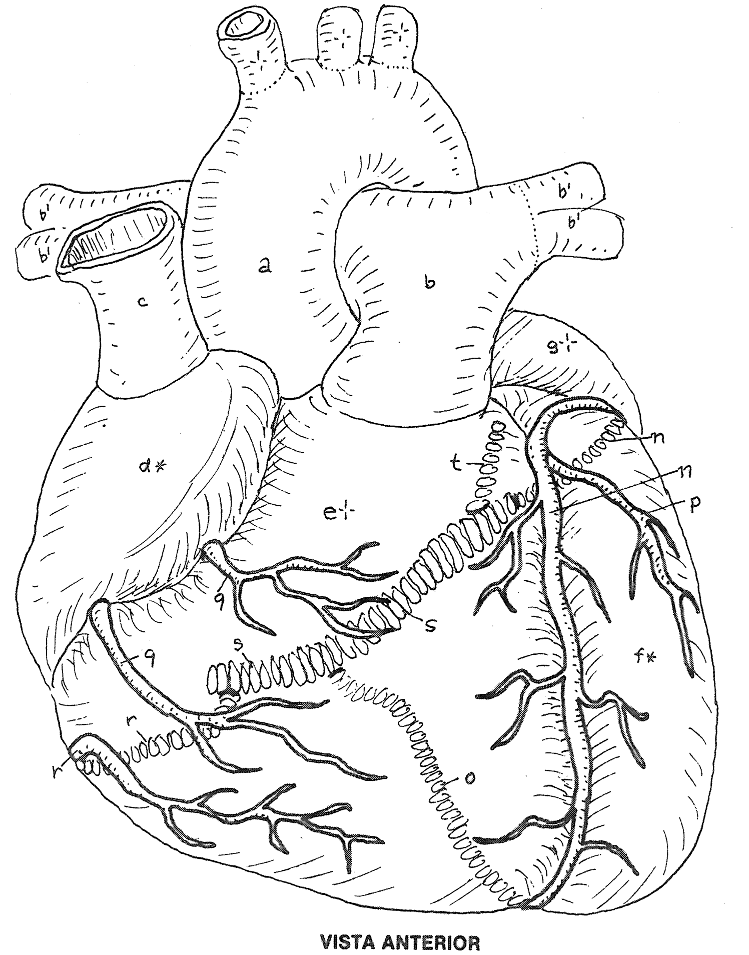
Las *arterias coronarias* irrigan el músculo cardiaco y forman una corona alrededor del corazón. Ambas arterias, la derecha y la izquierda se originan en dos pequeñas aberturas en las bolsas de dos válvulas semilunares aórticas (senos aórticos). Existen comunicaciones insuficientes (anastomosis) entre las dos arterias para permitir que una de ellas irrigue el resto del corazón si la otra se ocluyera. Ocurren varios grados de insuficiencia vascular con la obstrucción de las ramas de las *arterias coronarias derecha/izquierda*.



VISTA ANTERIOR

LAS VENAS CARDIACAS*
VENA CORONARIA MAYOR n
VENA INTERVENTRICULAR INFERIOR o
VENA MARGINAL p
VENA CARDIACA ANTERIOR q
VENA CORONARIA MENOR r
SENO CORONARIO s
OBLICUA t

Las *venas cardiacas* no forman una corona completa alrededor del corazón, de ahí que no se les llame venas coronarias. Generalmente corren junto con las arterias coronarias. Estas venas drenan la red capilar del miocardio y desembocan en la aurícula derecha a través del *seno coronario*. Otras venas más pequeñas pueden drenar directamente en la aurícula derecha.



VISTA ANTERIOR

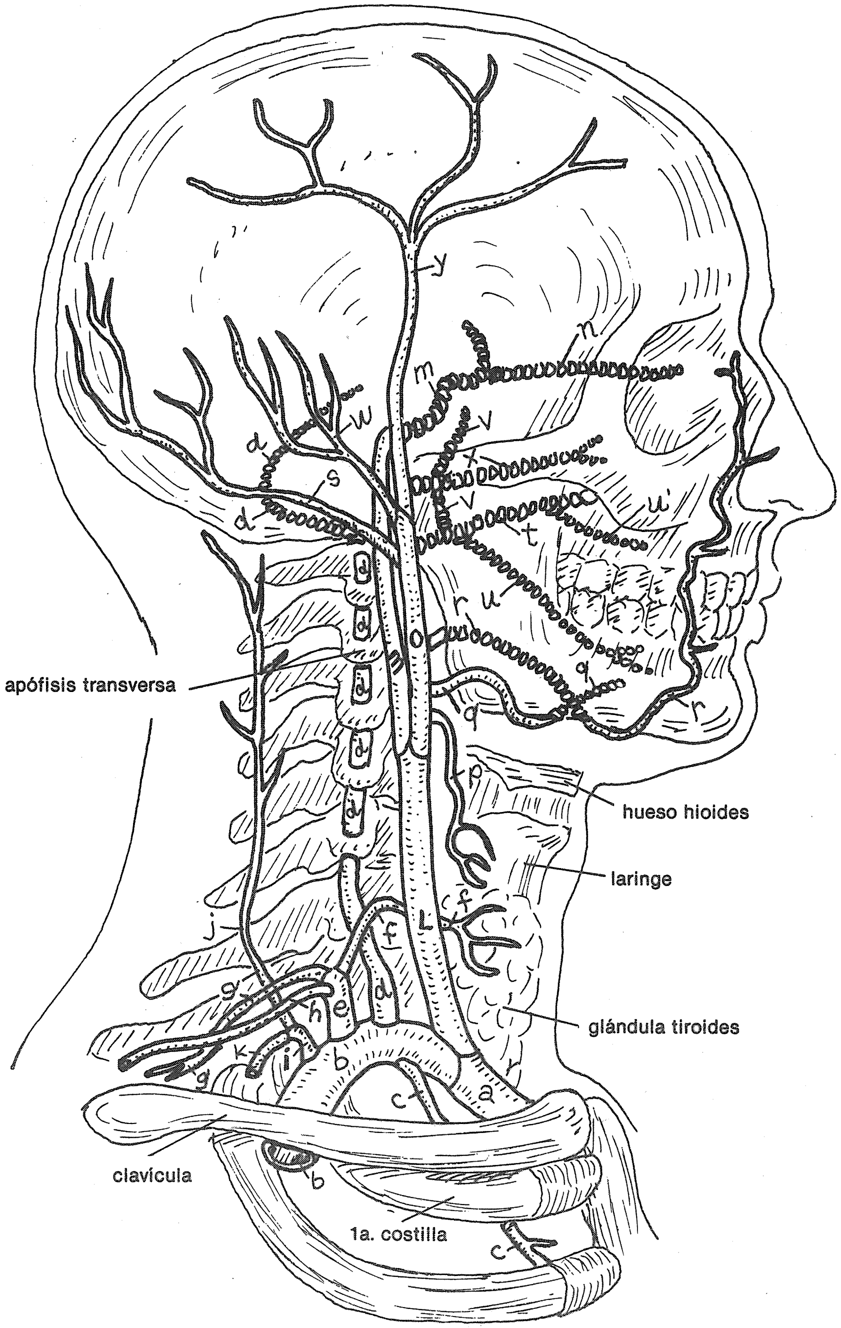
véanse también 54, 57

SISTEMA CARDIOVASCULAR
ARTERIAS DE LA CABEZA Y CUELLO*

NC ?
1. Si fuera necesario usar un mismo color para dos arterias, procure que no sean arterias contiguas.
2. Las líneas discontinuas representan vasos más profundos.

TRONCO BRAQUIOCEFÁLICO a
SUBCLAVIA DERECHA b
TORÁCICA INTERNA c
VERTEBRAL d
TRONCO TIROCERVICAL e
  TIROIDEA INFERIOR f
  SUPRAESCAPULAR g
  CERVICAL TRANSVERSA h
TRONCO COSTOCERVICAL i
  CERVICAL PROFUNDA j
  INTERCOSTAL SUPERIOR k

CARÓTIDA PRIMITIVA DERECHA L
CARÓTIDA INTERNA m
  OFTÁLMICA n
CARÓTIDA EXTERNA o
  TIROIDEA SUPERIOR p
  LINGUAL q
  FACIAL r
  OCCIPITAL s
  MAXILAR t
    RAMAS ALVEOLARES: u
      INF. u SUP. u'
    MENINGEA MEDIA v
  AURICULAR POSTERIOR w
  FACIAL TRANSVERSA x
  TEMPORAL SUPERFICIAL y



Las arterias que se muestran aquí son los vasos principales que irrigan el área general de la cabeza y el cuello. Nótese que el nombre del vaso a menudo indica su destino. La irrigación sanguínea de la cara viene casi completamente de la *carótida externa*, así como los vasos que irrigan estructuras más profundas en la cabeza. Las arterias *vertebrales* y la *carótida interna* son la única irrigación del cerebro; esta última también irriga la órbita. Nótese que la *arteria meníngea media* es una rama de la *maxilar*: Irriga la dura madre que envuelve al cerebro y que es un sitio frecuente de ruptura (hematoma epidural) cuando se sufre una caída fuerte sobre el lado de la cabeza. Las ramas de la *subclavia* y la parte inferior de la carótida externa nutren el cuello. Estas arterias tienden a ser variables en su patrón. El pulso de la subclavia puede sentirse por detrás y dentro de la clavícula; el pulso de la *carótida primitiva* puede sentirse sobre el borde anterior del esternocleidomastoideo; el pulso de la *facial* puede palparse sobre la parte media del cuerpo de la mandíbula; el pulso de la *temporal superficial* se palpa justo enfrente del oído. Revise la lámina 57 y note que el origen de la carótida primitiva y la subclavia del lado izquierdo del cuello es diferente al del derecho.

véanse también 53, 57

SISTEMA CARDIOVASCULAR
IRRIGACIÓN ARTERIAL DEL CEREBRO*

NC 9
1. Ilumine las diferentes arterias del esquema mayor, así como las del diagrama de la extrema derecha. Las flechas deben dejarse en blanco.
2. Sólo aparecen las arterias b, d y f en los diagramas inferiores.

ARTERIA CARÓTIDA INTERNA c

ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR a

ARTERIA COMUNICANTE ANTERIOR b

ARTERIA CEREBRAL MEDIA d

ARTERIA COMUNICANTE POSTERIOR e

ARTERIA VERTEBRAL h

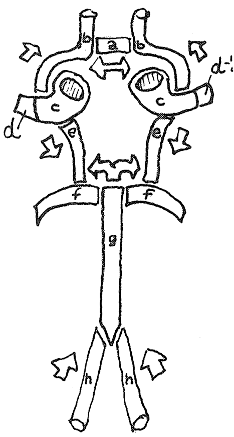
ARTERIA ESPINAL ANTERIOR j

ARTERIA BASILAR g

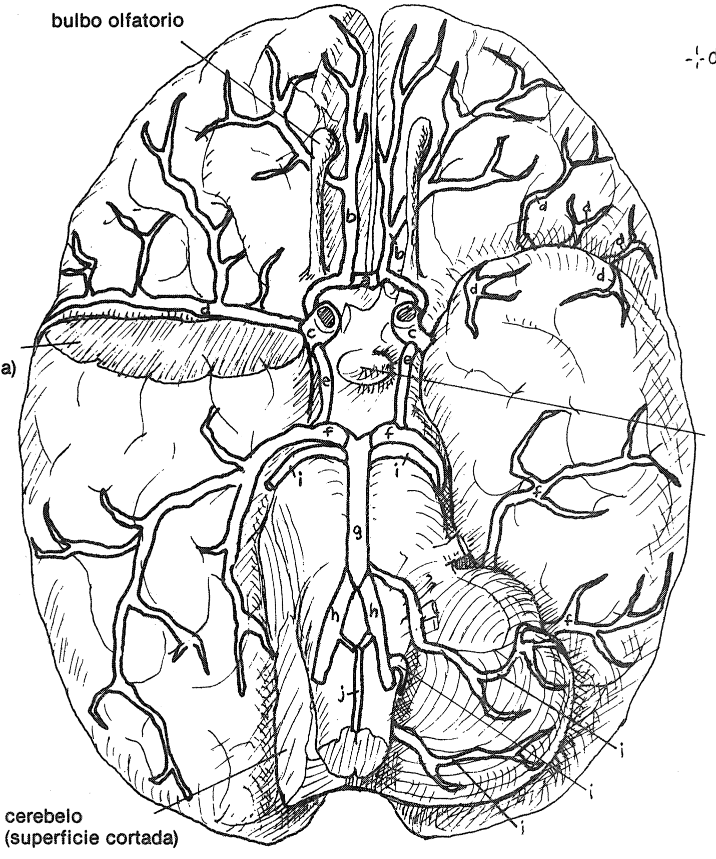
ARTERIA CEREBELAR (3) i

ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR f

CÍRCULO DE WILLIS*

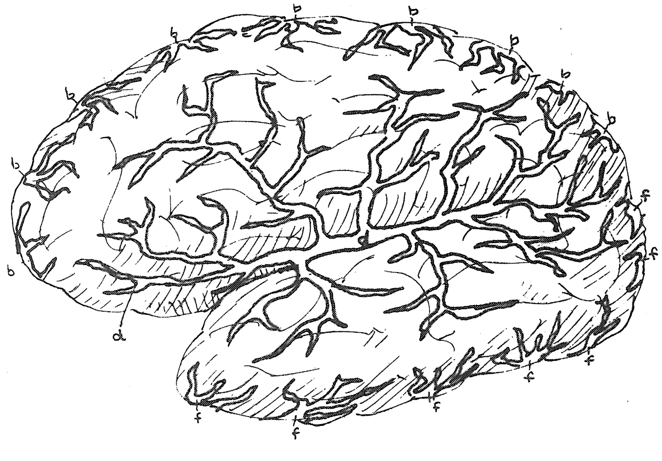


Las *arterias carótida interna y vertebral* llevan sangre al cerebro. En la base del cerebro, alrededor de la hipófisis (glándula pituitaria), existe un número de ramas que forman un círculo anastomótico (de Willis), que probablemente sirve para reducir la presión sanguínea de las ramas más pequeñas que salen del círculo. Las ramas menores (no se muestran) que salen de la *arteria cerebral media* cerca de la carótida interna se conocen generalmente como "arterias de apoplejía" debido a su frecuente implicación en las hemorragias cerebrales. Se cree que las anastomosis funcionales son pocas entre los vasos del círculo, ya que la oclusión de uno de las cuatro arterias mayores que van al cerebro pueden causar síntomas serios.

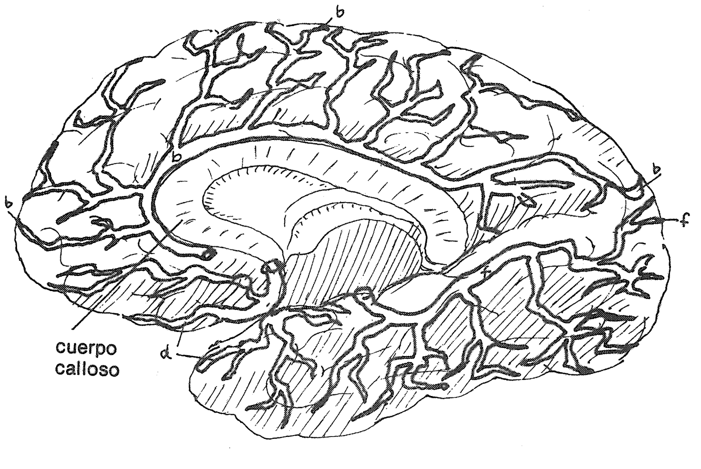


bulbo olfatorio
lóbulo temporal (superficie cortada)
hipófisis
cerebelo (superficie cortada)
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j

VISTA DESDE ABAJO



VISTA LATERAL

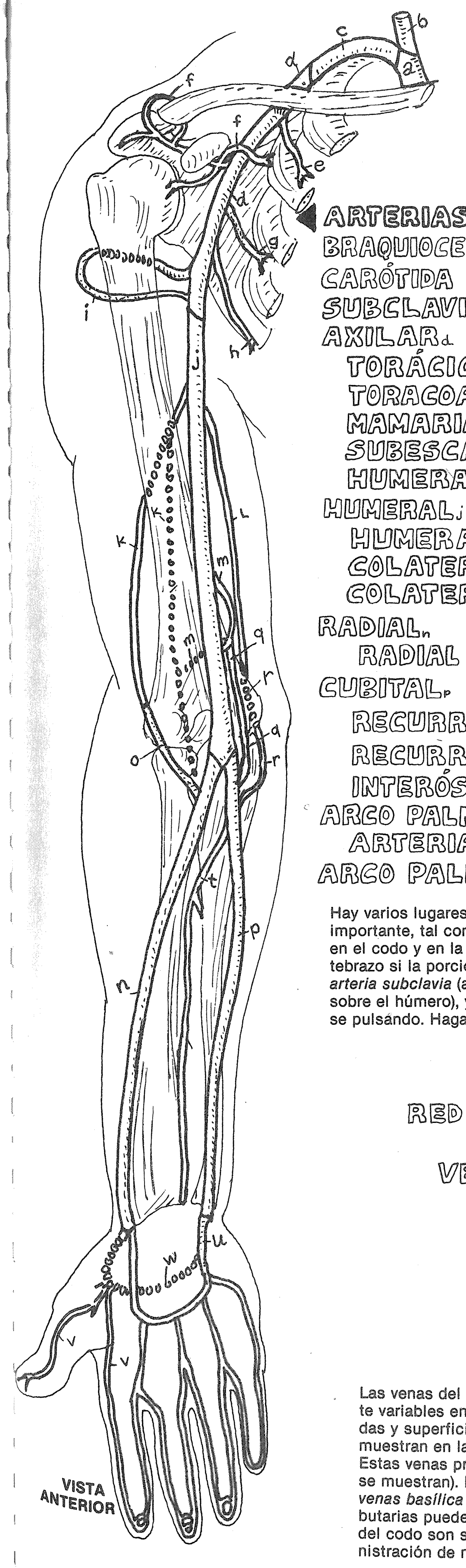


SUPERFICIE INTERNA DEL HEMISFERIO DERECHO

véanse también 18, 57

SISTEMA CARDIOVASCULAR
EL MIEMBRO SUPERIOR / ARTERIAS* Y VENAS*

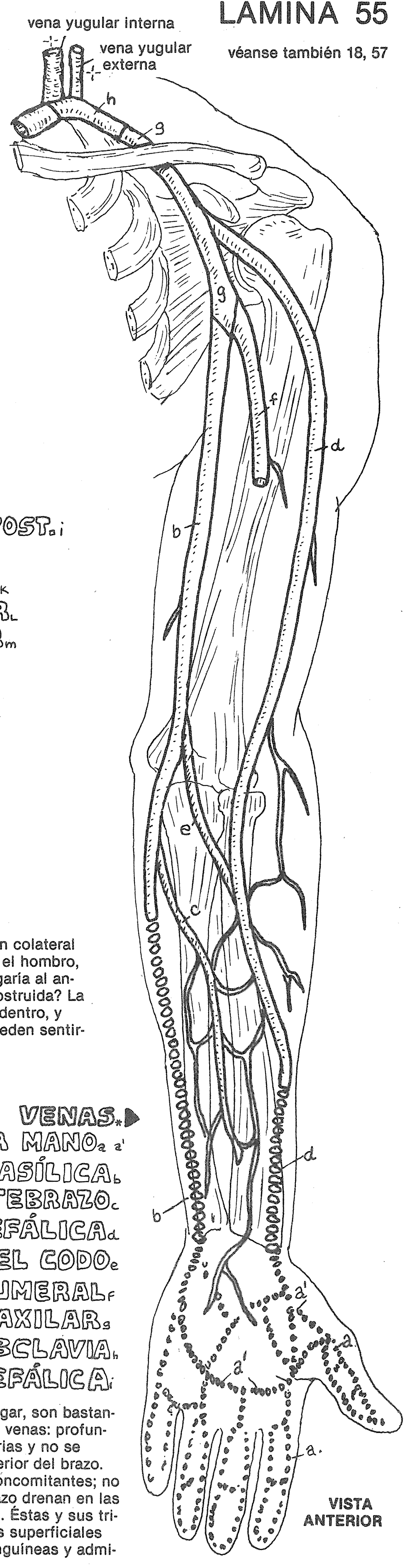
NC ?
1. Cuando ilumine las venas y sus nombres, le recomendamos que lo haga empezando por la mano y trabaje hacia arriba hasta las venas del cuello. Ilumine las tributarias pequeñas del mismo color que las venas más grandes. Las líneas discontinuas representan venas superficiales de lado opuesto de esta vista anterior.



ARTERIAS*

BRAQUIOCEFÁLICA a
CARÓTIDA PRIMITIVA b
SUBCLAVIA c
AXILAR d
TORÁCICA SUPERIOR e
TORACOACROMIAL Y RAMAS f
MAMARIA INTERNA g
SUBESCAPULAR h
HUMERAL CIRCUNFLEJA ANT. / POST. i
HUMERAL j
HUMERAL PROFUNDA Y RAMAS k
COLATERAL INTERNA SUPERIOR l
COLATERAL INTERNA INFERIOR m
RADIAL n
RADIAL RECURRENTE o
CUBITAL p
RECURRENTE CUBITAL ANT. q
RECURRENTE CUBITAL POST. r
INTERÓSEA COMÚN t
ARCO PALMAR SUPERFICIAL u
ARTERIAS DIGITALES v
ARCO PALMAR PROFUNDO w

Hay varios lugares en el patrón arterial donde existe circulación colateral importante, tal como alrededor de la escápula (no se muestra), el hombro, en el codo y en la palma. ¿Puede usted ver cómo la sangre llegaría al antebrazo si la porción superior de la arteria humeral estuviera obstruida? La *arteria subclavia* (arriba de la clavícula), la *arteria humeral* (por dentro, y sobre el húmero), y *las arterias cubital/radial* (en la muñeca) pueden sentirse pulsando. Haga la prueba en sí mismo.



VENAS*

RED VENOSA DORSAL DE LA MANO a a'
BASÍLICA b
VENA MEDIANA DEL ANTEBRAZO c
CEFÁLICA d
VENA MEDIANA DEL CODO e
HUMERAL f
AXILAR g
SUBCLAVIA h
BRAQUIOCEFÁLICA i

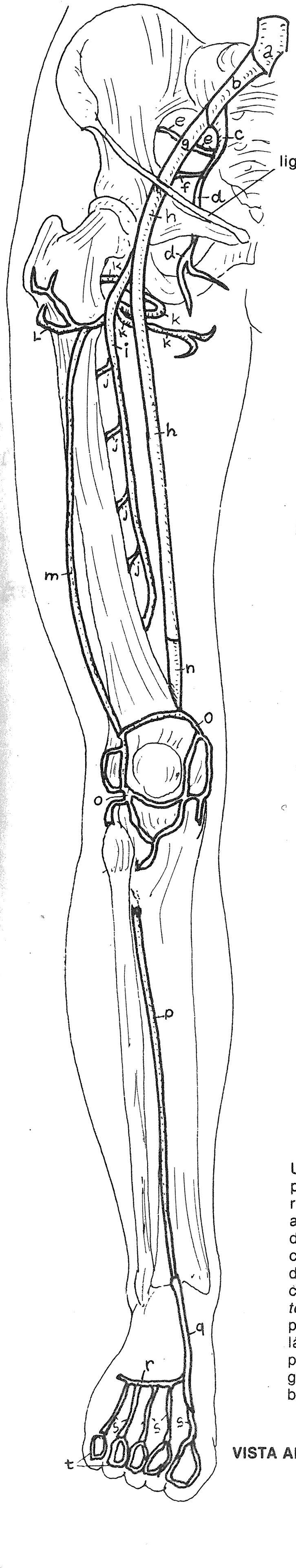
Las venas del miembro superior, como en cualquier otro lugar, son bastante variables en su patrón. Generalmente hay dos grupos de venas: profundas y superficiales. En el grupo profundo siguen a las arterias y no se muestran en la vista anterior del antebrazo y la porción inferior del brazo. Estas venas profundas a menudo corren en pares (venas concomitantes; no se muestran). Las venas superficiales de la mano y antebrazo drenan en las *venas basílica y cefálica* que corren en la fascia superficial. Éstas y sus tributarias pueden ser vistas a menudo bajo la piel. Las venas superficiales del codo son sitios frecuentes para tomas de muestras sanguíneas y administración de medicamentos intravenosos.

SISTEMA CARDIOVASCULAR
ARTERIAS DEL MIEMBRO INFERIOR*

LÁMINA 56

véanse también 55, 57

NC ?
1. Trabaje en ambos esquemas simultáneamente.
2. El pie, en el esquema de la derecha (vista posterior), está en flexión plantar y muestra la planta (superficie plantar).



VISTA ANTERIOR

AORTA ABDOMINAL$_a$
ILIACA PRIMITIVA DERECHA$_b$
- ILIACA INTERNA$_c$
  - OBTURATRIZ$_d$
  - GLÚTEA SUPERIOR$_e$
  - GLÚTEA INFERIOR$_f$
- ILIACA EXTERNA$_g$

FEMORAL$_h$
- FEMORAL PROFUNDA$_i$
  - RAMAS PERFORANTES$_j$
  - FEMORAL CIRCUNFLEJA INTERNA$_k$
  - FEMORAL CIRCUNFLEJA EXTERNA$_L$
    - RAMA DESCENDENTE$_m$

POPLÍTEA$_n$
- CÍRCULO ARTERIAL DE LA RODILLA$_o$

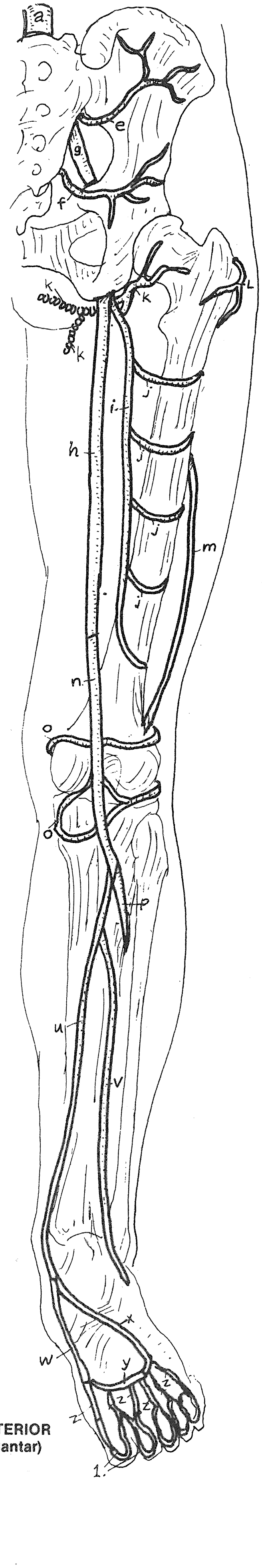
TIBIAL ANTERIOR$_p$

PEDIA$_q$
- ARCUATA$_r$
- DORSAL DEL METATARSO$_s$
  - DIGITAL DORSAL$_t$

TIBIAL POSTERIOR$_u$
- PERONEA$_v$
- PLANTAR INTERNA$_w$
- PLANTAR EXTERNA$_x$

ARCO PLANTAR$_y$
- INTERÓSEAS PLANTARES$_z$
  - PLANTAR DE LOS DEDOS$_1$

Usted puede obtener una gran cantidad de información si compara el patrón de las arterias del miembro inferior con el del superior. Existen dos lugares de circulación colateral importante, alrededor de la cadera y de la rodilla. Ciertos problemas a nivel de la articulación de la cadera pueden estar dados por una irrigación inadecuada a ese nivel. Se considera que las arterias alrededor de la rodilla (*círculo arterial de la rodilla*) no proporcionan circulación colateral suficiente en caso de obstrucción de la *arteria poplítea*. Nótese que la región glútea está irrigada en gran parte por las *ramas glúteas* de la *arteria iliaca interna* (véase la lámina 59 sobre irrigación sanguínea de la pelvis/periné). Se pueden palpar pulsos arteriales de la *femoral* (justo abajo del ligamento inguinal) y de la *pedia* (exactamente por debajo del tobillo) así como de la *tibial posterior* (detrás del maleolo interno).



VISTA POSTERIOR
(pie en flexión plantar)

SISTEMA CARDIOVASCULAR
AORTA TORÁCICA Y ABDOMINAL*

véanse también 50, 52, 53, 56, 58

NC ?
1. Será necesario repetir colores en este dibujo.
2. Utilice rojo brillante para a, a^1, a^2, y a^3.
3. Ilumine de gris la cava inferior que se encuentra punteada y sus tributarias.

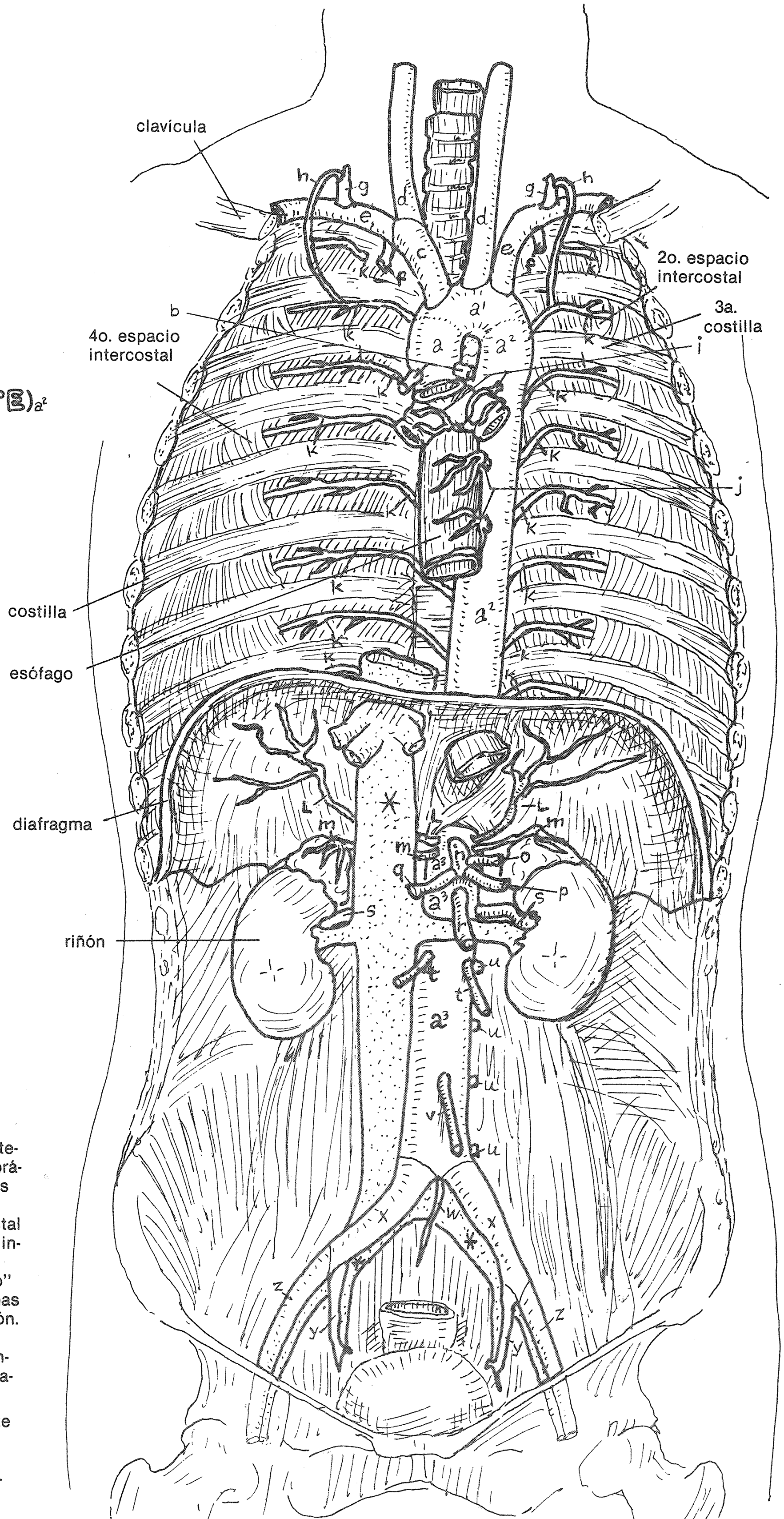
AORTA ASCENDENTE $_a$
- SENOS DE VALSALVA $_b$

CAYADO AÓRTICO $_{a^1}$
- BRAQUIOCEFÁLICO $_c$
- CARÓTIDA PRIMITIVA $_d$
- SUBCLAVIA $_e$
  - TORÁCICA INTERNA $_f$
  - TRONCO COSTOCERVICAL $_g$
    - PRIMERA INTERCOSTAL $_h$

AORTA TORÁCICA (DESCENDENTE) $_{a^2}$
- BRONQUIAL $_i$
- ESOFÁGICA $_j$
- INTERCOSTAL POSTERIOR $_k$

AORTA ABDOMINAL $_{a^3}$
- DIAFRAGMÁTICA INFERIOR $_l$
- SUPRARRENAL $_m$
- TRONCO CELIACO $_n$
  - CORONARIA ESTOMÁQUICA $_o$
  - ESPLÉNICA $_p$
  - HEPÁTICA $_q$
- MESENTÉRICA SUPERIOR $_r$
- RENAL $_s$
- ESPERMÁTICA/OVÁRICA $_t$
- LUMBAR $_u$
- MESENTÉRICA INFERIOR $_v$
- SACRA MEDIA $_w$

ILIACA PRIMITIVA $_x$
- ILIACA INTERNA $_y$
- ILIACA EXTERNA $_z$



VISTA ANTERIOR DE LAS CAVIDADES DEL CUERPO

Los *senos* de la aorta ascendente se transforman en las arterias coronarias derecha e izquierda del corazón. La aorta torácica (a^2) da las arterias intercostales posteriores (k) para los espacios intercostales 3-11. Las arterias intercostales para los espacios intercostales 1 y 2 salen de la arteria intercostal más alta (h), rama del tronco costocervical (g). Las arterias intercostales posteriores se unen a las arterias intercostales anteriores (no se muestra aquí; vea las arterias con letra "o" en la lámina 60) que derivan de las arterias torácicas internas (f) que descienden en ambos lados y por dentro del esternón. Nótese que las pequeñas *arterias bronquiales* nutren los bronquios principales y que las *arterias esofágicas* segmentarias irrigan al esófago a todo lo largo. La *aorta torácica* pasa a través del hiato aórtico del diafragma.

Las ramas de la *aorta abdominal* se describen generalmente como parietales y viscerales. Las arterias principales aquí son viscerales, e irrigan el estómago, el hígado, bazo, riñones, etc. Las ramas parietales salen como arterias segmentarias de ambos lados a lo largo de la aorta para irrigar los músculos de la pared abdominal posterior (arterias lumbares). Nótese las arterias que nutren las glándulas suprarrenales.

véase también 57

SISTEMA CARDIOVASCULAR
ARTERIAS QUE VAN A ÓRGANOS DEL APARATO DIGESTIVO*

NC 18
1. Reserve sus tres colores más brillantes para a, k y p.
2. Ilumine de gris la aorta y sus arterias terminales (marcadas con un asterisco).

TRONCO CELIACO$_a$
HEPÁTICA$_b$
CORONARIA ESTOMÁQUICA$_c$
ESPLÉNICA$_d$
PILÓRICA$_e$
CÍSTICA$_f$
GASTRO DUODENAL$_g$
PANCREATICO DUODENAL (SUP.)$_h$
GASTRO EPIPLOICA IZQUIERDA$_i$
GASTRO EPIPLOICA DERECHA$_j$

El *tronco celiaco* es una arteria muy corta que se divide en arterias que van al hígado, bazo y estómago. Nótese el interesante patrón que forman las arterias del estómago. Sólo las ramas principales de estas tres arterias se muestran aquí. Muchos de los vasos sanguíneos que van al páncreas se originan en la *arteria esplénica*.

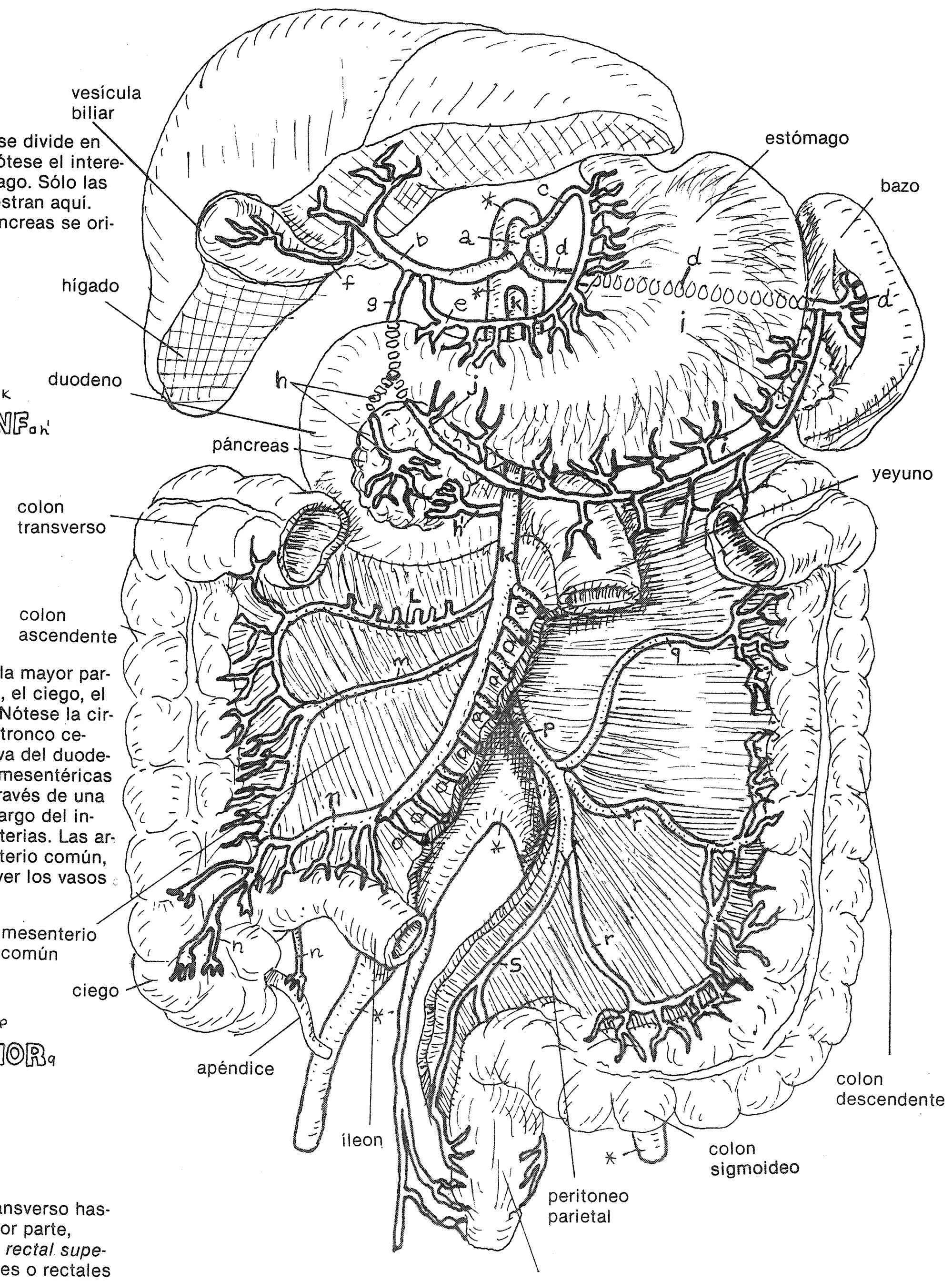
MESENTÉRICA SUPERIOR$_k$
PANCREATICO DUODENAL INF.$_{h'}$
CÓLICA MEDIA$_l$
CÓLICA DERECHA$_m$
ILEO-CÓLICA$_n$
RAMAS AL
INTESTINO DELGADO$_o$

La *mesentérica superior* es la arteria que irriga la mayor parte del intestino delgado, la cabeza del páncreas, el ciego, el colon ascendente y parte del colon transverso. Nótese la circulación colateral potencial que existe entre el tronco celiaco y la arteria mesentérica superior en la curva del duodeno (*vasos pancreáticoduodenales*). Las arterias mesentéricas superior e inferior también se interconectan a través de una arteria marginal (no se muestra) que corre a lo largo del intestino grueso y es alimentada por estas dos arterias. Las arterias del yeyuno y el íleon corren por el mesenterio común, pero se han cortado en esta lámina para poder ver los vasos que se encuentran por debajo.

MESENTÉRICA INFERIOR$_p$
CÓLICA IZQUIERDA SUPERIOR$_q$
SIGMOIDEA$_r$
HEMORROIDAL SUPERIOR$_s$

La *arteria mesentérica inferior* irriga el colon transverso hasta el recto. Sus ramas se encuentran en su mayor parte, detrás del peritoneo, (retroperitoneal). La *arteria rectal superior* se anastomosa con las arterias hemorroidales o rectales de la iliaca interna y de las arterias pudendas (que se muestran en gris) a lo largo del límite del recto.

AORTA Y RAMAS*

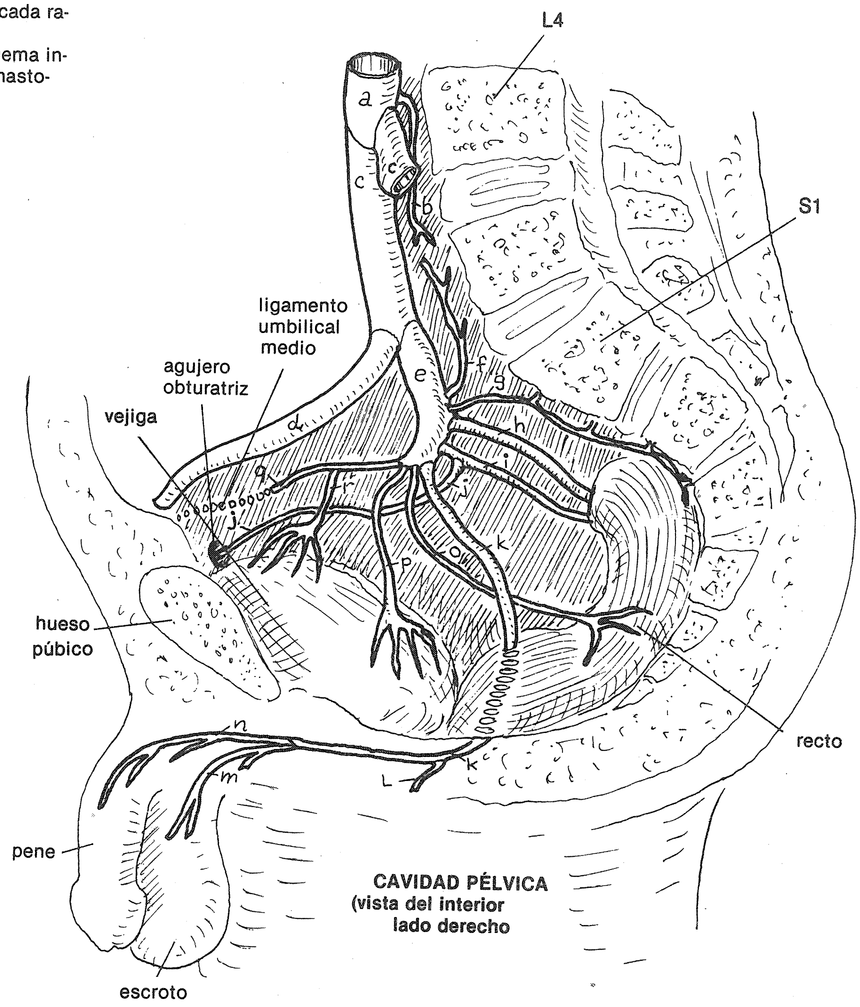

vesícula biliar
estómago
bazo
hígado
duodeno
páncreas
yeyuno
colon transverso
colon ascendente
mesenterio común
ciego
apéndice
íleon
colon descendente
colon sigmoideo
peritoneo parietal
recto
a
b
c
d
e
f
g
h
h'
i
j
k
l
m
n
o
p
q
r
s
*

SISTEMA CARDIOVASCULAR
ARTERIAS DE LA PELVIS Y PERINÉ*

véanse también 30, 56, 57

NC ?
1. Utilice un color brillante para la arteria iliaca interna (e). Si fuera necesario repetir colores, trate de utilizar uno diferente para cada rama de la arteria iliaca interna.
2. Trabaje las dos ilustraciones simultáneamente. En el esquema inferior sólo se muestran aquellos vasos involucrados en las anastomosis rectales.

- AORTA a
  - SACRA MEDIA b
- ILIACA PRIMITIVA c
  - ILIACA EXTERNA d
  - ILIACA INTERNA e
    - ILIOLUMBAR f
    - SACRAS LATERALES g
    - GLÚTEA SUPERIOR h
    - GLÚTEA INFERIOR i
    - OBTURATRIZ j
    - PUDENDA INTERNA k
      - HEMORROIDAL k INFERIOR l
      - ESCROTAL POSTERIOR m
      - ARTERIA AL PENE n
    - HEMORROIDAL MEDIA o
    - VESICAL INFERIOR p
    - UMBILICAL q
      - VESICAL SUPERIOR r

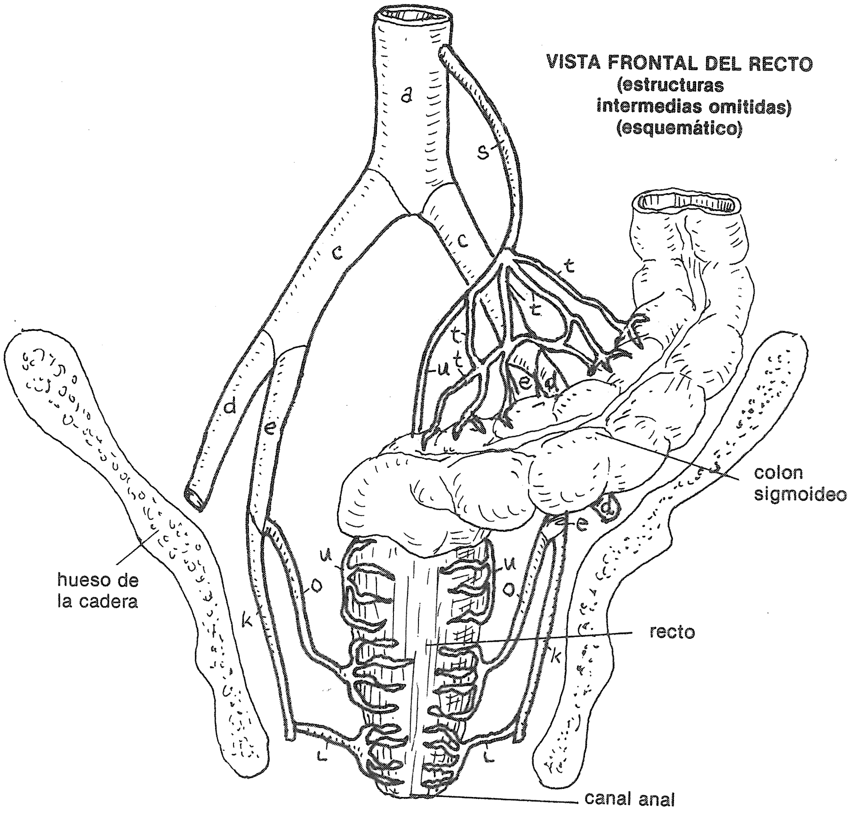


CAVIDAD PÉLVICA
(vista del interior
lado derecho

La *arteria iliaca interna o hipogástrica* es la arteria principal que irriga la pelvis y el periné, con alguna asistencia de las arterias mesentérica inferior y femoral. Las ramas de la iliaca interna generalmente están organizadas en divisiones parietales (pared) y viscerales. Las ramas de estos vasos son muy variables y el patrón que se muestra aquí es el considerado más común. En la mujer, las arterias uterina y vaginal (no se muestran) salen de la iliaca interna; en el varón, las arterias de la próstata y las vesículas seminales (no se muestran) salen de la *vesical inferior* con una rama de la *vesical superior* que va al conducto deferente (tampoco se muestra). Las estructuras genitales externas son irrigadas por la *arteria pudenda interna*. La *arteria umbilical* que lleva sangre del feto a la madre a través del cordón umbilical se seca y se convierte en el ligamento umbilical en el adulto.

ANASTOMOSIS RECTALES*

- MESENTÉRICA INFERIOR s
  - SIGMOIDEA t
  - HEMORROIDAL SUPERIOR u
- HEMORROIDAL MEDIA o
- HEMORROIDAL INFERIOR l



VISTA FRONTAL DEL RECTO
(estructuras
intermedias omitidas)
(esquemático)

El recto es un lugar en el cual se interconectan a menudo (anastomosis) arterias de tres fuentes diferentes. De manera que si dos de estas arterias se obstruyeran, el recto sería irrigado por una tercera. Más aún, la sangre podría fluir (retrocediendo) hasta la *mesentérica inferior* e irrigar los órganos que normalmente son nutridos por esta arteria. Esto sucedería en caso de que la arteria mesentérica inferior fuera obstruida en su origen. Los órganos irrigados por la pudenda interna o la iliaca interna pueden recibir sangre por el mismo mecanismo en el caso de ciertas obstrucciones.

SISTEMA CARDIOVASCULAR PRINCIPALES ARTERIAS DEL SISTEMA ARTERIAL*

NC ?

1. Utilizando las láminas del sistema arterial como referencia en donde sea necesario, ilumine cada arteria y escriba su nombre en el espacio apropiado utilizando el mismo color.
2. La clave de respuestas puede ser revisada al final de este libro.

En esta lámina se muestran sólo las *arterias principales*. Las arterias de los miembros se duplican en cada lado, pero nótense cuidadosamente las arterias del tronco: las torácicas internas (n) y las intercostales (o) se muestran sólo en un lado, así como las ramas del tronco de la pulmonar (10). La arteria torácica interna, que no se muestra en las láminas anteriores, da las arterias intercostales anteriores (o) (entre las costillas), las que se anastomosan con las arterias intercostales posteriores que salen de la aorta torácica (no se muestra aquí). La torácica interna se continúa a través de la pared abdominal anterior (por dentro del recto del abdomen) como la epigástrica superior (p) y se interconecta con la epigástrica inferior (q) que sale de la iliaca externa (y). Esta ruta ofrece una vía colateral importante, desviando el flujo de la aorta torácica y abdominal.

a+a' ______

b ______

c ______

d ______

e ______

f ______

g ______

h ______

i ______

j ______

k ______

L ______

m ______

n ______

o ______

p ______

q ______

r ______

s ______

t ______

u ______

v ______

w ______

x ______

y ______

z ______

1. ______

2. ______

3. ______

4. ______

5. ______

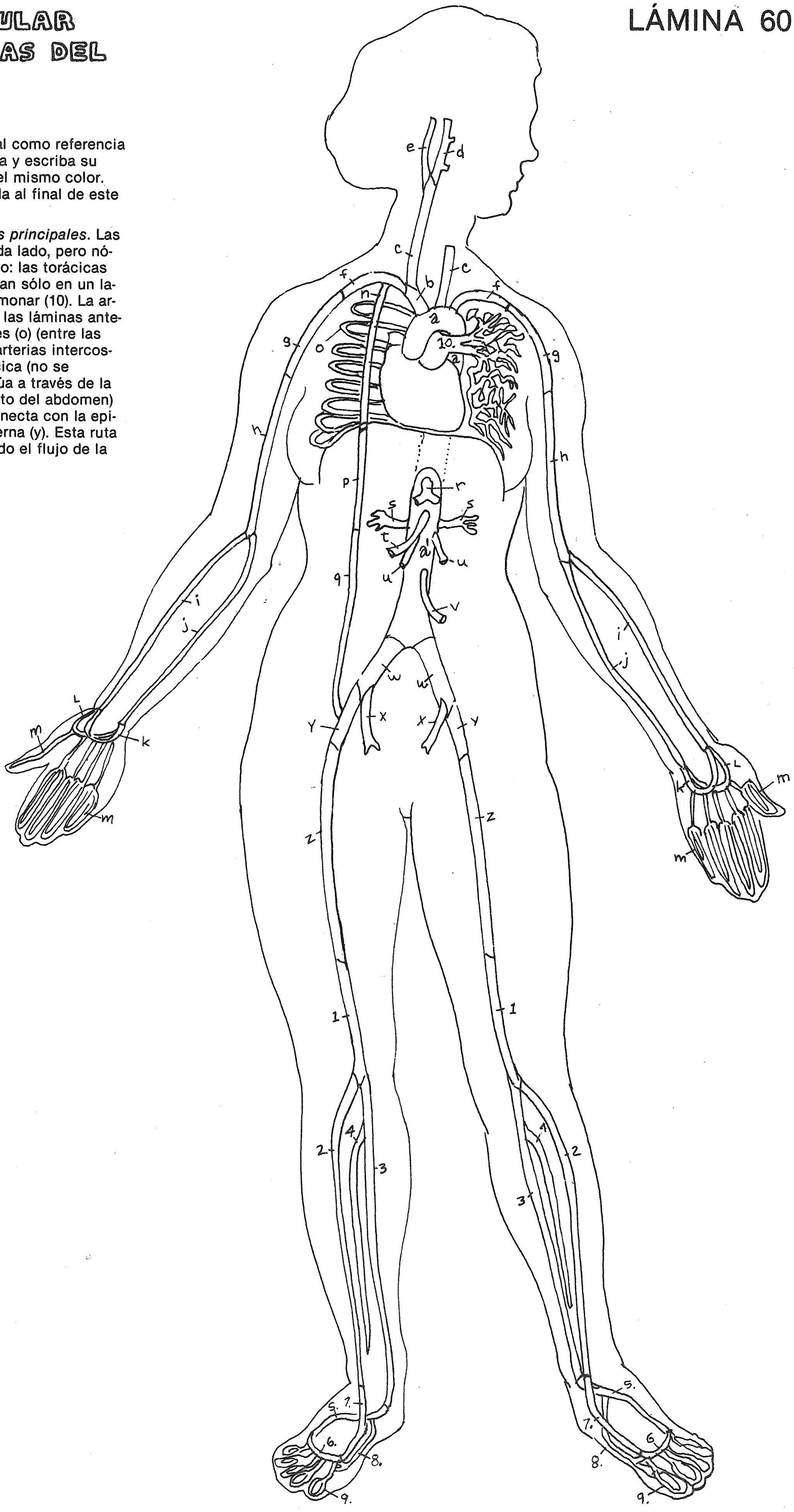
6. ______

7. ______

8. ______

9. ______

10. ______



véase también 119

SISTEMA CARDIOVASCULAR
VENAS DE LA CABEZA Y CUELLO*
SENOS DE LA DURA MADRE*

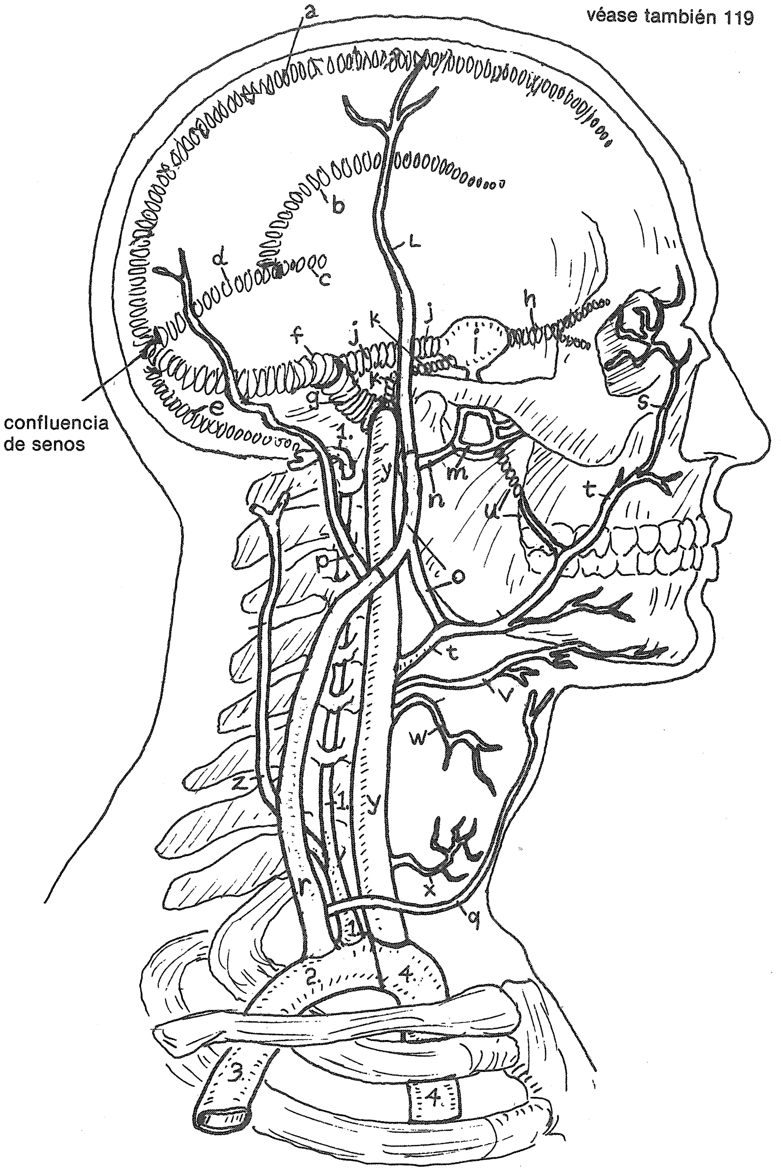
NC ?
1. Conforme ilumine la vista lateral de la cabeza, ilumine los senos de la duramadre en la ilustración inferior. En el esquema superior, los senos están indicados por líneas discontinuas (con excepción de una [i]).

SENOS DE LA DURA MADRE*

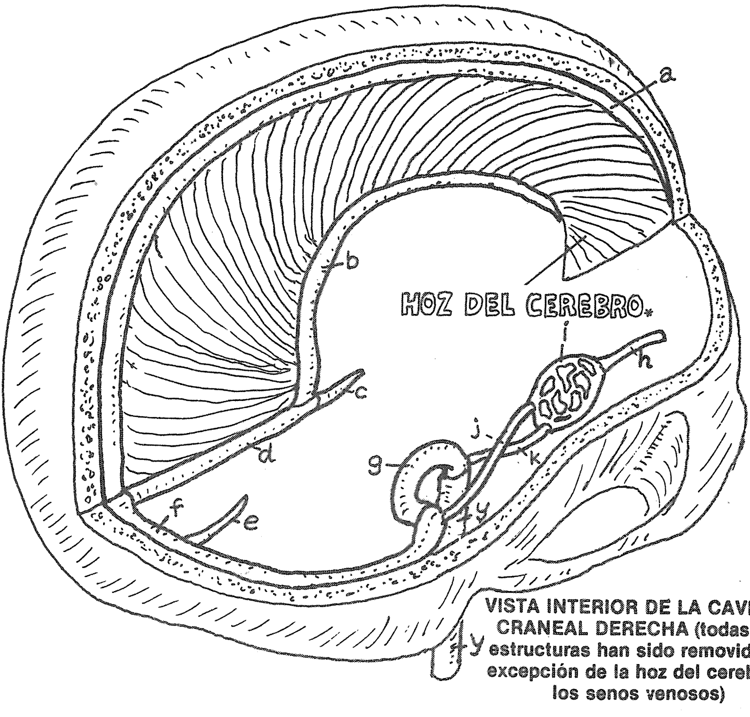
- SENO LONGITUDINAL SUPERIOR a
- SENO LONGITUDINAL INFERIOR b
- GRAN VENA CEREBRAL c
- SENO RECTO d
- SENO OCCIPITAL e
- SENO TRANSVERSO f
- SENO SIGMOIDEO g
- VENA OFTÁLMICA SUPERIOR h
- SENO CAVERNOSO i
- SENO PETROSO SUPERIOR j
- SENO PETROSO INFERIOR k

VENAS DE LA CABEZA Y CUELLO*

- VENA TEMPORAL SUPERFICIAL L
- PLEXO PTERIGOIDEO m
- VENA MAXILAR n
- VENA FACIAL POSTERIOR o
- VENA AURICULAR POSTERIOR p
- VENA YUGULAR ANTERIOR q
- **VENA YUGULAR EXTERNA** r
- VENA ANGULAR s
- VENA FACIAL t
- VENA FACIAL PROFUNDA u
- VENA LINGUAL v
- VENA TIROIDEA SUPERIOR w
- VENA TIROIDEA MEDIA x
- **VENA YUGULAR INTERNA** y
- VENA CERVICAL PROFUNDA z
- VENA VERTEBRAL 1
- VENA SUBCLAVIA 2 VENA AXILAR 3
- VENA BRAQUIOCEFÁLICA 4



Las venas que drenan el cerebro son tributarias de las grandes venas (senos) de la duramadre, una cubierta resistente del cerebro. La *vena yugular interna* es el vaso principal que recibe sangre de estos senos. Si se ocluye, *la vena angular* (s) (que drena la *vena oftálmica superior*), el *plexo pteriogoideo* y las venas suboccipitales (que no se muestran) ofrecen circulación colateral. Las tributarias de las venas yugular interna y externa son muy variables y se interconectan en varios lugares. La vena yugular interna corre con las arterias carótidas primitiva e interna, mientras que la *yugular externa* puede a menudo verse en la fascia superficial del lado del cuello.



VISTA INTERIOR DE LA CAVIDAD CRANEAL DERECHA (todas las estructuras han sido removidas a excepción de la hoz del cerebro y los senos venosos)

véanse también 49, 50, 57, 61, 64

SISTEMA CARDIOVASCULAR
VENAS DE LA PARTE ANTERIOR DEL CUELLO*
VENA ÁCIGOS Y TRIBUTARIAS*
VENA CAVA INFERIOR Y TRIBUTARIAS*

NC ?

1. Ilumine la aorta y sus ramas (en punteado fino) de color gris. Incluya el diafragma marcado con un asterisco.
2. Algunas venas de las que se muestran en el cuello y entre los riñones son venas de conexión y no tienen que ser iluminadas ni nombradas.

PARTE ANTERIOR DEL CUELLO*

YUGULAR INTERNA a
YUGULAR EXTERNA b
YUGULAR ANTERIOR c
FACIAL d
TIROIDEA MEDIA e'
TIROIDEA SUPERIOR e
TIROIDEA INFERIOR f
ARCO VENOSO YUGULAR g
SUBCLAVIAS, D. E I. h
BRAQUIOCEFÁLICAS D. E I. i
TORÁCICA INTERNA j
VENA CAVA SUPERIOR k

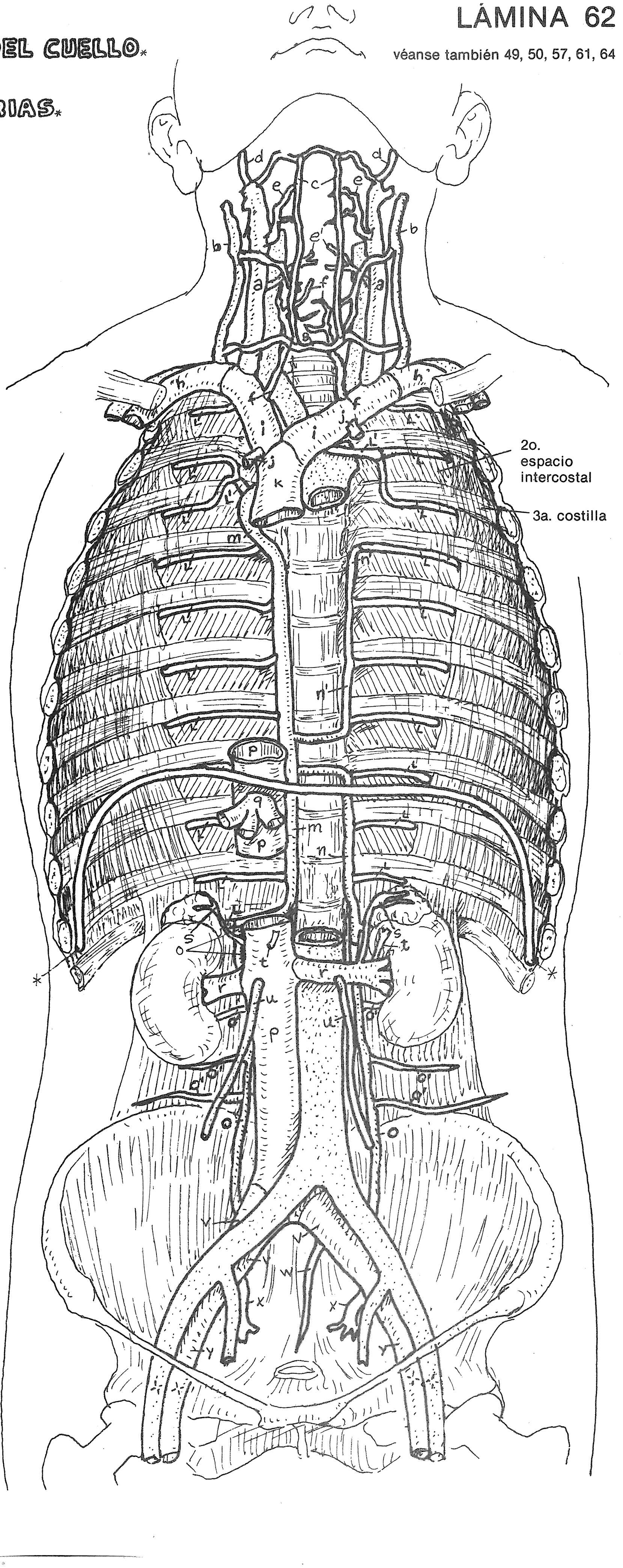
SISTEMA ÁCIGOS*

INTERCOSTAL SUPERIOR l'
INTERCOSTAL POSTERIOR l
ÁCIGOS m
HEMIÁCIGOS n
HEMIÁCIGOS ACCESORIA n'
LUMBAR ASCENDENTE o
LUMBAR o'

SISTEMA CAVA*

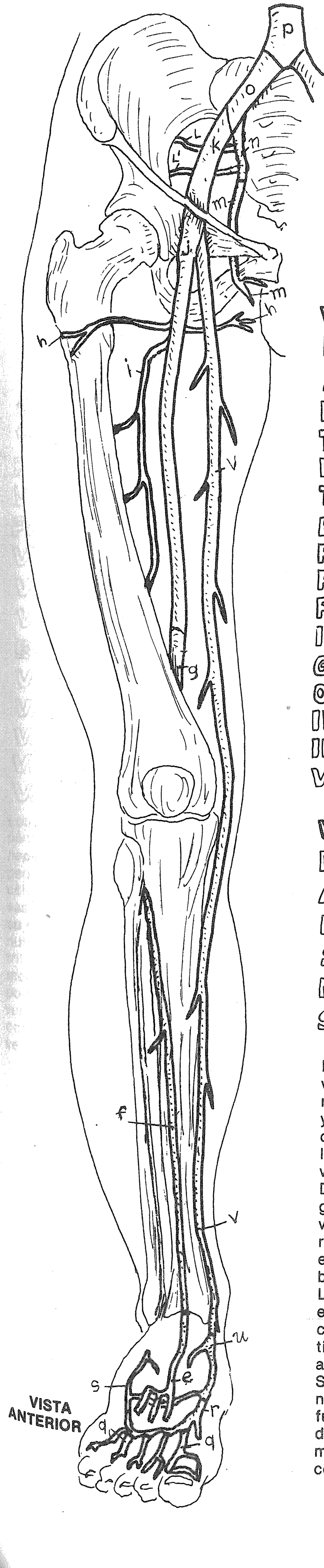
VENA CAVA INFERIOR p
SUPRAHEPÁTICA q
RENAL r
SUPRARRENAL s
DIAFRAGMÁTICA INFERIOR t
ESPERMÁTICA U OVÁRICA u
ILIACA PRIMITIVA, D. E I. v
SACRA MEDIA w
ILIACA INTERNA x
ILIACA EXTERNA y

Le sugerimos que compare las venas de la cara anterior del cuello que se muestran aquí con las venas que drenan la cabeza y el cuello (lámina 60). El drenaje venoso de los espacios intercostales y músculos intercostales es variable. Los primeros espacios intercostales son drenados por las primeras venas intercostales posteriores, las cuales, a su vez, drenan en las *venas braquiocefálicas*. Las venas intercostales anteriores, (no se muestran) drenan hacia las *venas torácicas internas*. La *vena ácigos* está formada por la *vena lumbar ascendente derecha* y la vena subcostal (intercostal más baja; apenas visible, sin nombre). La *vena hemiácigos* está formada por las mismas venas del lado izquierdo. La vena ácigos y sus tributarias forman un patrón colateral muy importante para llevar sangre de retorno al corazón (a través de la vena cava superior) en caso de que se obstruyera la *vena cava inferior* o la *porta hepática*. Nótese que la vena cava inferior *no* drena al aparato digestivo (véase lámina 63 sobre el sistema porta hepático).



véase también 62

SISTEMA CARDIOVASCULAR
VENAS DEL MIEMBRO INFERIOR*



NC 14
1. Ilumine simultáneamente las vistas anterior y posterior, ya que ciertas venas aparecen en ambas vistas.
2. Ilumine todas las venas que aparecen en el dibujo pequeño de la pierna, del mismo color que la vena safena accesoria, a excepción de la porción de la rodilla señalada con (v) (vena safena interna o safena magna).

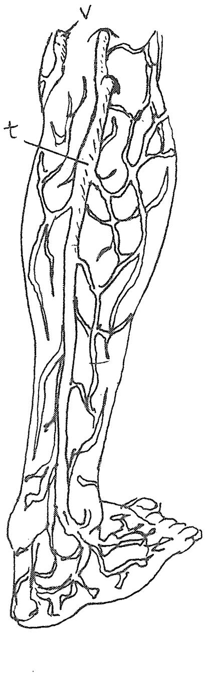
VENAS PROFUNDAS*

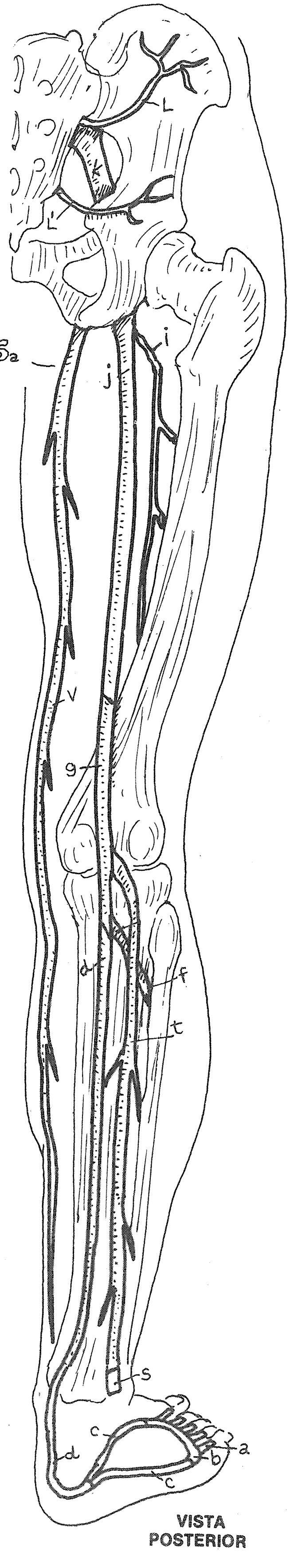
DIGITALES/METATARSIANAS PLANTARES a
ARCO VENOSO PLANTAR PROFUNDO b
PLANTAR INT./EXT. c
TIBIAL POSTERIOR d
DORSAL DEL PIE e
TIBIAL ANTERIOR f
POPLÍTEA g
FEMORAL CIRCUNFLEJA EXT./INT. h
FEMORAL PROFUNDA i
FEMORAL j
ILIACA EXTERNA k
GLÚTEA SUPERIOR/INFERIOR l
OBTURATRIZ m
ILIACA INTERNA n
ILIACA PRIMITIVA o
VENA CAVA INFERIOR p

VENAS SUPERFICIALES*

DIGITAL/METATARSIANA q
ARCO VENOSO DORSAL r
MARGINAL EXTERNA s
SAFENA ACCESORIA t
MARGINAL INTERNA u
SAFENA INTERNA v

El patrón venoso del miembro inferior es muy variable. Como en el miembro superior, las venas profundas siguen a las arterias en su trayecto. Las venas superficiales corren en la fascia superficial y muchas pueden ser vistas en la pierna, el tobillo y el pie. Estas venas tienen válvulas al igual que las del miembro superior. Debido a que tienen que vencer la fuerza de gravedad por una distancia considerable, las válvulas a menudo soportan un esfuerzo notorio. La incompetencia de las válvulas lleva al estancamiento de la sangre en las venas más bajas, dilatación de las mismas e inflamación. Las venas superficiales están más propensas a este tipo de problemas ya que no tienen músculos que se contraigan a su alrededor, esto último ayuda a la sangre de las venas profundas a circular hacia arriba (una especie de masaje). Sin embargo, existe un número de vasos comunicantes entre las venas superficiales y las profundas (no se muestran) que permiten el drenaje de las venas superficiales, contrarrestando de manera importante el efecto de las válvulas incompetentes.





véanse también 58, 62

SISTEMA CARDIOVASCULAR
SISTEMA PORTA HEPÁTICO h-

NC 11

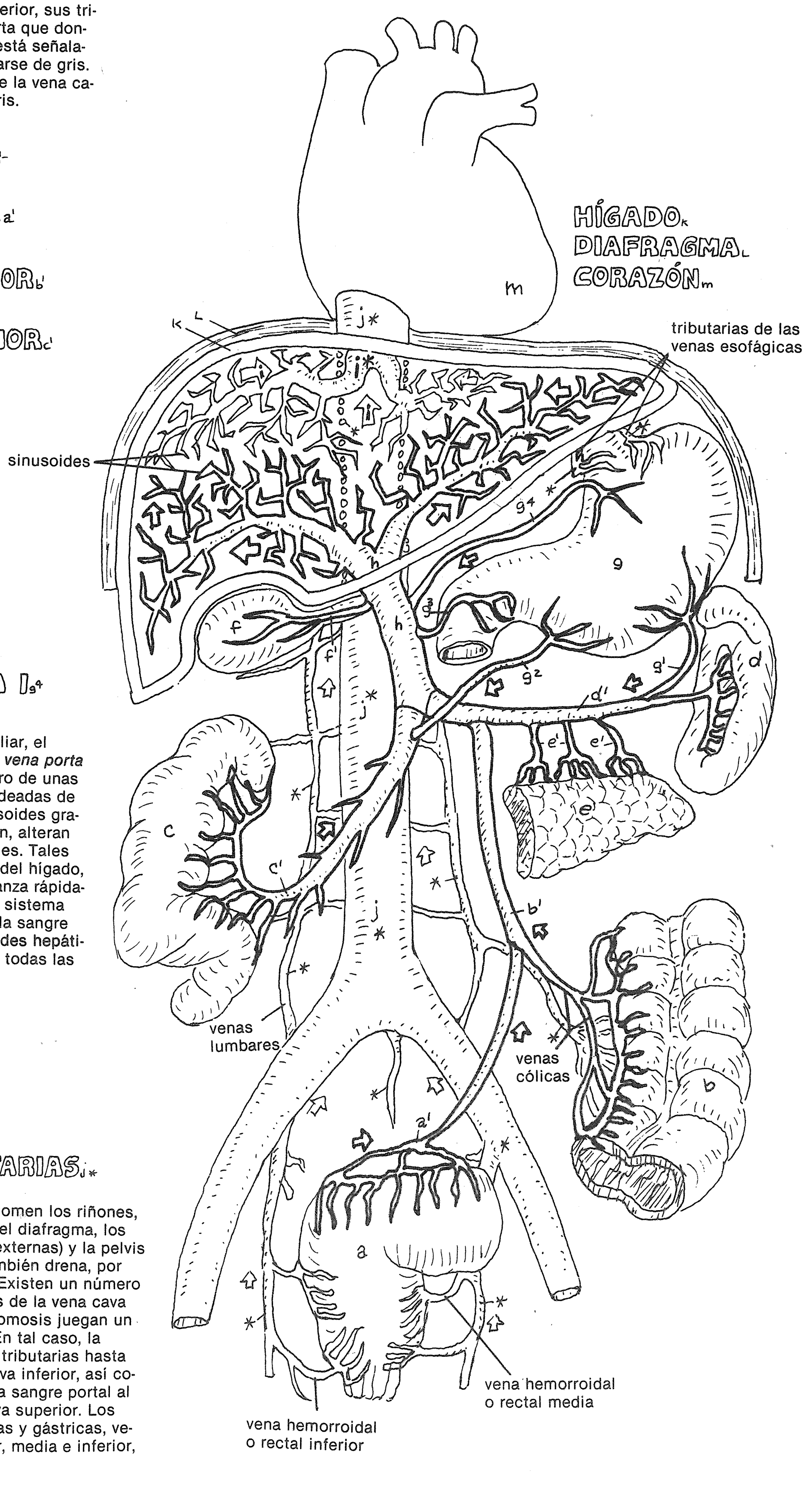
1. Nótese que las tributarias de la vena porta deberán llevar el mismo color que el órgano al que drenan (a y a^1, por ejemplo). Ilumine las flechas direccionales delineadas con líneas gruesas empleando el mismo color que la vena a la que se refieren.
2. Utilice un azul brillante u obscuro para la vena porta (h).
3. Ilumine de gris a todo lo largo de la vena cava inferior, sus tributarias y las flechas direccionales delgadas. Advierta que donde la vena cava inferior pasa por detrás del hígado, está señalada con una línea punteada que también debe iluminarse de gris. Observe que las venas hepáticas (i) son tributarias de la vena cava inferior y que también deben ser coloreadas de gris.

SISTEMA PORTA HEPÁTICO h-

RECTO a
VENA HEMORROIDAL SUPERIOR a'
INTESTINO GRUESO b
VENA MESENTÉRICA INFERIOR b'
INTESTINO DELGADO c
VENA MESENTÉRICA SUPERIOR c'
BAZO d
VENA ESPLÉNICA d'
PÁNCREAS e
VENA PANCREÁTICA e'
VESÍCULA BILIAR f
VENA CÍSTICA f'
ESTÓMAGO g
V. GASTROEPIPLOICA I g'
V. GASTROEPIPLOICA D g²
V. PILÓRICA D g³
V. CORONARIA ESTOMÁQUICA I g⁴
V. PORTA Y RAMAS h

Los órganos del tracto gastrointestinal, la vesícula biliar, el páncreas y el bazo son drenados por tributarias de la *vena porta hepática*. La sangre de esta vena es descargada dentro de unas pequeñas venas (sinusoides) del hígado que están rodeadas de células hepáticas. Estas últimas recogen de los sinusoides grasas digeridas, carbohidratos, proteínas, los almacenan, alteran su estructura y las distribuyen en los tejidos corporales. Tales nutrientes son expulsados hacia las pequeñas venas del hígado, tributarias de las *venas hepáticas* (i). Esta sangre alcanza rápidamente el corazón y es bombeada hacia los tejidos. El sistema porta es llamado así porque *transporta* nutrientes en la sangre venosa desde los capilares del intestino a los sinusoides hepáticos en vez de llevarlos directamente al corazón como todas las venas que drenan capilares.

HÍGADO k
DIAFRAGMA L
CORAZÓN m


m
k
L
j*
i*
tributarias de las venas esofágicas
sinusoides
g⁴
g
g³
h
f
f'
g²
g'
d'
d
j*
e'
e'
e
c
c'
b'
j*
venas lumbares
venas cólicas
b
a'
a
vena hemorroidal o rectal media
vena hemorroidal o rectal inferior

VENAS HEPÁTICAS i*
VENA CAVA INFERIOR Y TRIBUTARIAS j*

La vena cava inferior drena la pared posterior del abdomen los riñones, ovarios o testículos, glándulas suprarrenales, parte del diafragma, los miembros inferiores (por medio de las venas iliacas externas) y la pelvis o el periné a través de las venas iliacas externas. También drena, por supuesto, al hígado a través de las venas hepáticas. Existen un número de interconexiones (anastomosis) entre las tributarias de la vena cava inferior y las del sistema porta hepático. Estas anastomosis juegan un papel vital en caso de obstrucción de la vena porta. En tal caso, la sangre circularía en forma retrógrada a través de sus tributarias hasta puntos de interconexión con tributarias de la vena cava inferior, así como de la vena ácigos (lámina 62). Estas conducirían la sangre portal al corazón a través de la vena cava inferior y la vena cava superior. Los puntos de anastomosis ocurren entre venas esofágicas y gástricas, venas lumbares y cólicas, venas hemorroidales superior, media e inferior, venas porta y paraumbilicales (no se muestran).

SISTEMA CARDIOVASCULAR
VENAS PRINCIPALES DEL SISTEMA VENOSO*

NC ?

1. Utlizando como referencia donde sea necesario las láminas precedentes del sistema venoso, ilumine cada vena y escriba su nombre con el mismo color en el espacio que le corresponda. Puede usar el mismo color más de una vez. Note que la figura se encuentra en posición anatómica, con las palmas hacia adelante. De ahí que, la vena radial, como su homóloga la arteria radial, se encuentra en el lado del pulgar de la mano. Recuerde que tanto en los miembros superiores como en los inferiores, la red venosa dorsal está drenada principalmente por las venas superficiales y la red venosa palmar o plantar está drenada principalmente por las venas profundas.
2. La clave de respuestas de esta lámina puede ser revisada al final del libro.

a

b'

b

c

d

e

f

g

h

i

j

k

L

m

n

o

p

q

r

s

t

u

v v'

w

x

y

z

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

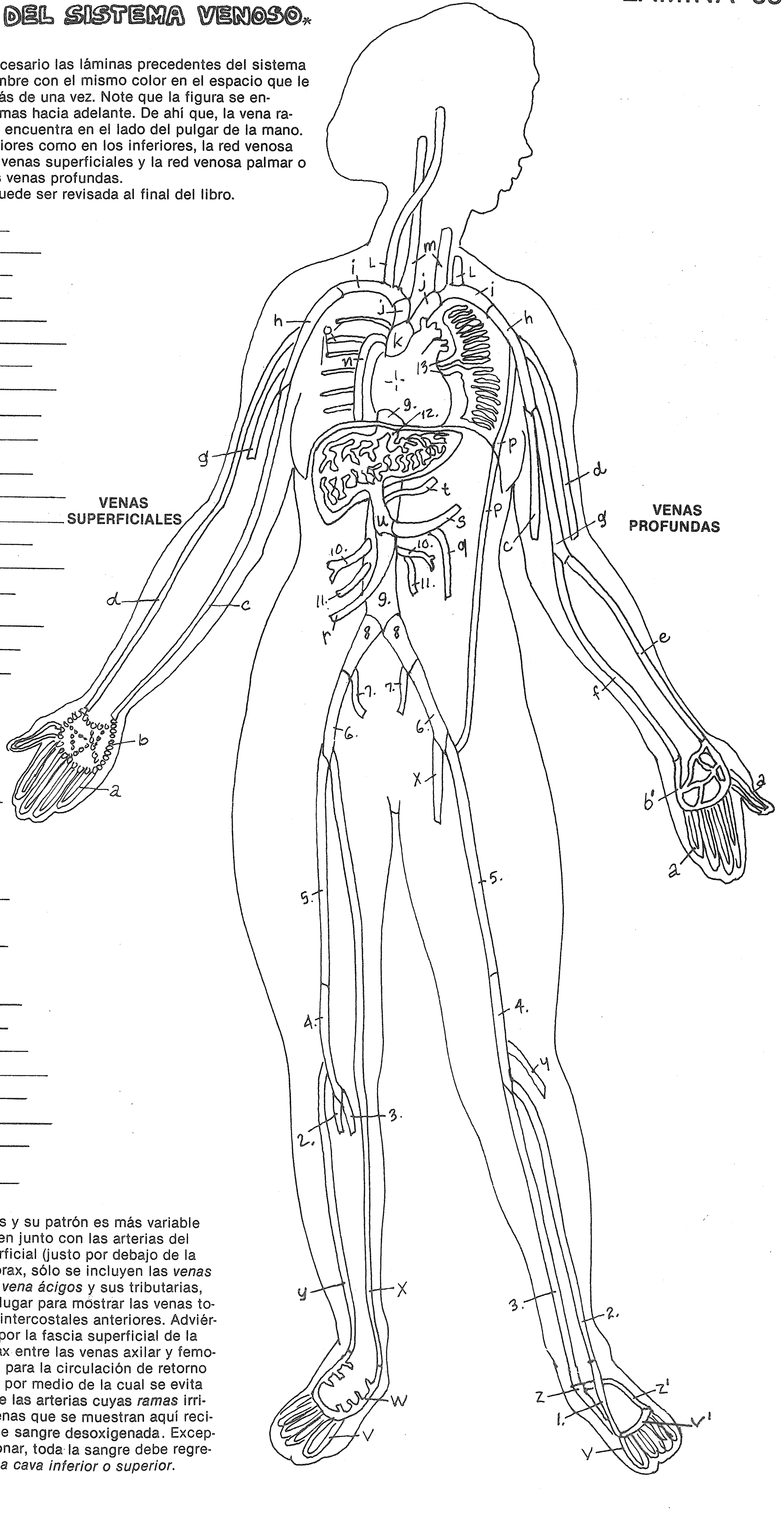
9.

10.

11.

12.

13.



Las venas son generalmente más numerosas y su patrón es más variable que el arterial. Generalmente las venas corren junto con las arterias del mismo nombre. Las venas de la fascia superficial (justo por debajo de la piel) no tienen arterias compañeras. En el torax, sólo se incluyen las *venas pulmonares izquierdas* para hacer lugar a la *vena ácigos* y sus tributarias, las *venas intercostales posteriores*. No hay lugar para mostrar las venas torácicas internas y sus tributarias, las venas intercostales anteriores. Adviértase la *vena toracoepigástrica* (n) que corre por la fascia superficial de la pared anterior del abdomen y lateral del tórax entre las venas axilar y femoral. Es una ruta importante de flujo colateral para la circulación de retorno al corazón proveniente del miembro inferior, por medio de la cual se evita el sistema de la cava inferior. A diferencia de las arterias cuyas *ramas* irrigan los tejidos con sangre oxigenada, las venas que se muestran aquí reciben *tributarias* que drenan dichos tejidos de sangre desoxigenada. Excepto en el caso de la sangre coronaria y pulmonar, toda la sangre debe regresar a la aurícula derecha del corazón vía *vena cava inferior o superior*.

véase también 47, 50

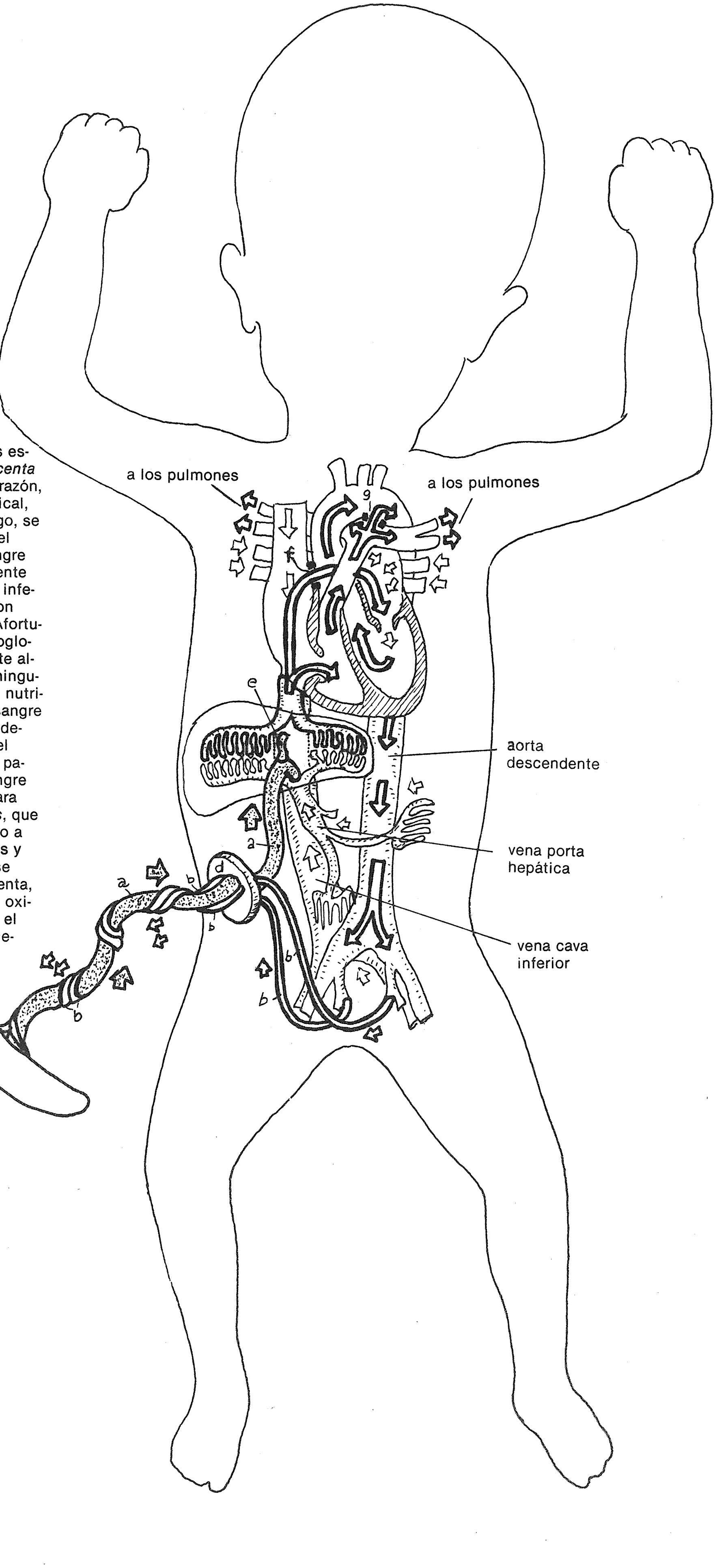
SISTEMA CARDIOVASCULAR
CIRCULACIÓN FETAL*

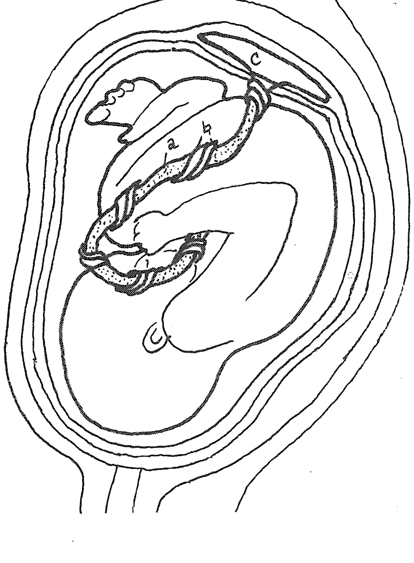
NC 13

1. Ilumine de color rojo todos los vasos punteados o señalados por una a. Estos representan el flujo de sangre oxigenada desde la placenta (c). Empiece ahí.
2. Ilumine de azul las flechas delgadas que representan el flujo de sangre desoxigenada que drena los órganos del feto.
3. Ilumine de morado todos los vasos o flechas gruesas o marcados con una b. Estos representan una mezcla de sangre oxigenada y desoxigenada. Note que las arterias umbilicales (b) están incluidas en este grupo.
4. Ilumine los títulos de f, g y nótense las aperturas que representan, las cuales obviamente no pueden ser iluminadas.
5. Ilumine las estructuras a, c en la ilustración inferior para mostrar su relación en el feto en desarrollo.

PLACENTA c
VENA UMBILICAL a
ARTERIAS UMBILICALES b
OMBLIGO d
CONDUCTO VENOSO e
AGUJERO OVAL f
CONDUCTO ARTERIOSO g

El feto dentro del útero (in utero) no respira aire, sus pulmones están colapsados. Recibe oxígeno de la madre a través de la *placenta* y la *vena umbilical* (recuerde: las venas conducen sangre al corazón, independientemente de la calidad de la sangre). La vena umbilical, que corre dentro del cordón umbilical, pasa a través del ombligo, se acerca al hígado, da una o dos ramas aquí y se transforma en el *conducto venoso*, que se une a la vena cava inferior. Ahí la sangre oxigenada (rojo) se mezcla con la sangre venosa (azul) proveniente del hígado. La sangre mezclada (morado) entra en la vena cava inferior y de ahí a la aurícula derecha, donde vuelve a mezclarse con sangre venosa que regresa de los tejidos corporales del feto. Afortunadamente, la capacidad transportadora de oxígeno de la hemoglobina fetal (en los glóbulos rojos de la sangre) es particularmente alta en comparación con la del adulto. Los pulmones no tienen ninguna función pero requieren de cierta cantidad de sangre para su nutrición. Existen dos pasos en el corazón fetal que proporcionan sangre al circuito pulmonar: *el agujero oval* (que comunica la aurícula derecha con la izquierda) y el *conducto arterioso* (que comunica el tronco de la pulmonar con el arco aórtico). Por medio de estos pasos (los cuales se cierran poco después del nacimiento), la sangre fetal es conducida rápidamente hacia el ventrículo izquierdo para ser bombeada a los tejidos corporales. Las *arterias umbilicales*, que se originan en las arterias iliacas internas, pasan por el ombligo a través del cordón umbilical y de ahí a la placenta. Estas arterias y la vena umbilical, el conducto arterioso y el conducto venoso se transforman en ligamentos después del nacimiento. En la placenta, esta sangre fetal mezclada es reoxigenada con sangre materna oxigenada y recirculada hacia la vena umbilical. En el nacimiento, el cordón umbilical no es cortado hasta que el recién nacido ha demostrado claramente que sus pulmones funcionan (llanto).

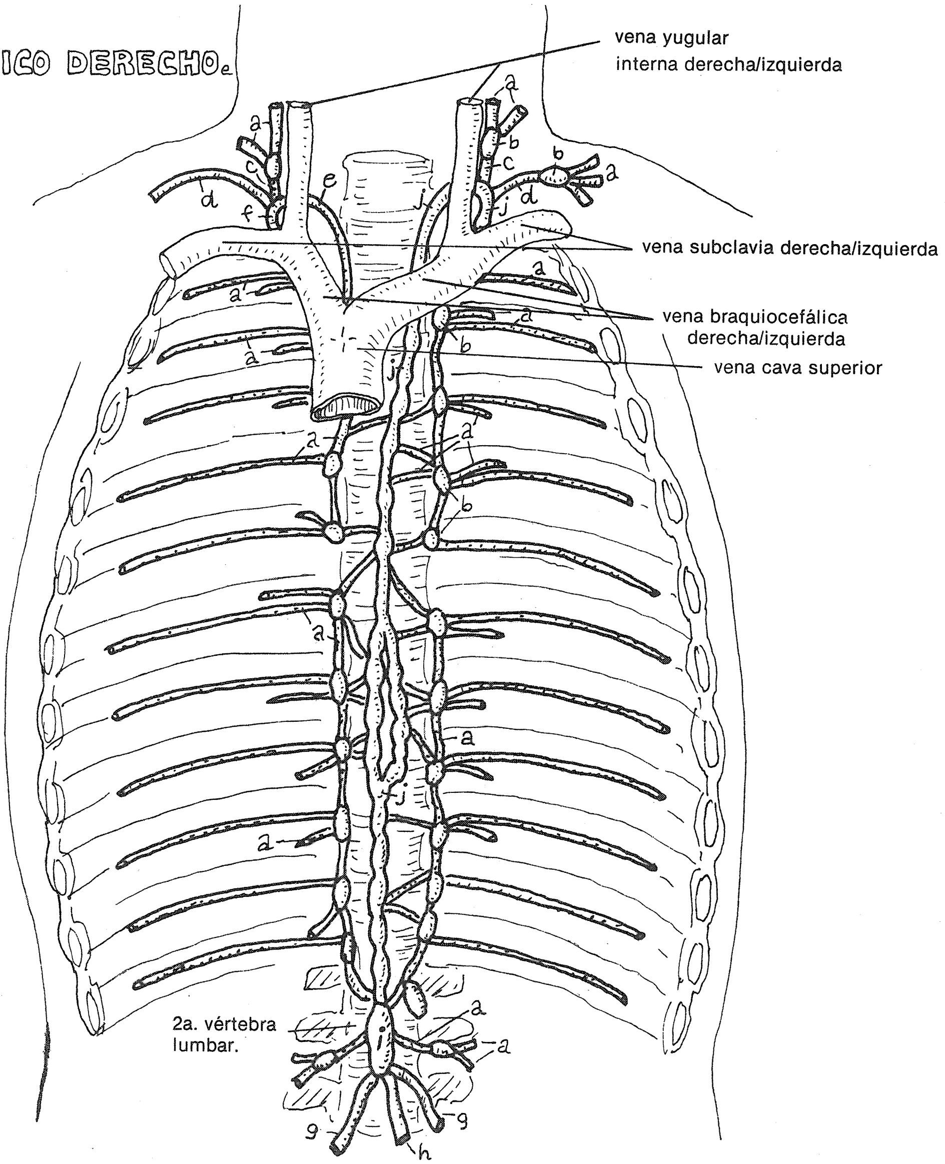




SISTEMA LINFÁTICO
CONDUCTO TORÁCICO Y TRIBUTARIOS*

NC 10
1. Ilumine todos los vasos linfáticos (a) y nódulos linfáticos (b), aunque no tengan títulos.

VASOS LINFÁTICOS$_a$
NÓDULOS LINFÁTICOS$_b$
TRONCO YUGULAR$_c$
TRONCO SUBCLAVIO$_d$
TRONCO BRONCOMEDIASTÍNICO DERECHO$_e$
CONDUCTO LINFÁTICO D$_f$
TRONCOS LUMBARES$_g$
TRONCO INTESTINAL$_h$
CISTERNA DE PECQUET$_i$
CONDUCTO TORÁCICO$_j$



El cuerpo está formado, en su mayor parte, por líquidos. Estos últimos requieren circulación corporal constante y la bomba que se ocupa de dicho proceso es básicamente el corazón aunque las presiones de difusión tisular también pueden causar recambios de líquidos. El corazón maneja el líquido del sistema vascular sanguíneo, y todos los líquidos extravasculares del cuerpo deben, en último término, regresar al sistema vascular para volver al corazón. Las venas se encargan de regresar la sangre hacia él, de ahí que "compartimientos" especiales de líquido (del ojo, cerebro, oído, etc.) generalmente drenen hacia las venas. El sistema de vasos linfáticos constituye uno de esos compartimientos. Originándose en las venas del embrión en desarrollo y asociados muy cercanamente con ellas en la mayor parte del cuerpo, los *vasos linfáticos* ayudan a las venas en su función drenando muchos líquidos tisulares y aumentando así la cantidad de líquido que regresa al corazón. La red vascular linfática no forma un sistema de asa cerrada como el sistema vascular. Los vasos linfáticos empiezan como capilares pequeños, incoloros y sin conexión en los tejidos conectivos. Estos emergen para formar vasos progresivamente más grandes, los cuales se encuentran interrumpidos en varios lugares por estaciones de filtrado llamadas *nódulos linfáticos*. Los vasos linfáticos finalmente drenan en dos vasos linfáticos principales: el *conducto torácico y el conducto linfático derecho*. Parecidos a venas, cada veinticuatro horas, estos conductos vierten alrededor de dos litros de linfa en las venas braquiocefálicas. El sistema vascular linfático no tiene corazón propio y el flujo de linfa depende grandemente de la acción de masaje que le proporcionan los músculos esqueléticos circundantes al contraerse y relajarse alternativamente.

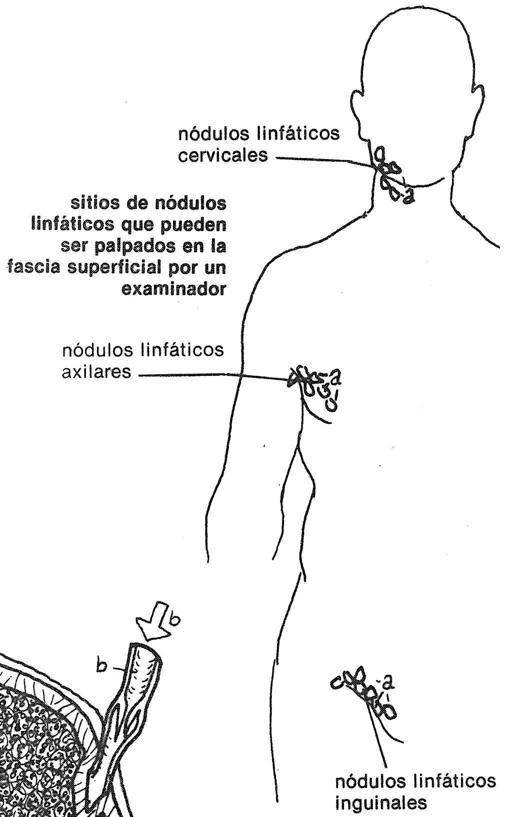
Esta lámina muestra los vasos linfáticos principales y sus tributarios inmediatos. Los linfáticos del miembro inferior, pelvis, periné y los de las vísceras abdominales llegan a la *cisterna de Pecquet o del quilo* a través de los *troncos lumbares* y el *tronco intestinal*, respectivamente. Justo por debajo del diafragma, la cisterna del quilo se estrecha para convertirse en el conducto torácico, que por sí mismo drena el tórax *izquierdo*. Los tributarios principales de este conducto drenan al miembro superior izquierdo (*tronco subclavio*), la cabeza y el cuello (*tronco yugular*). El conducto linfático derecho y sus tributarios inmediatos drenan la mitad derecha del tórax, el miembro superior derecho y también a la cabeza y el cuello. Esta red linfática tiene una importancia clínica notable. La interrupción del drenaje linfático en un área, crea generalmente una hinchazón considerable (edema) debido a la acumulación de líquidos. Además, los vasos linfáticos ofrecen una variedad de rutas para que las células cancerosas se muevan de un sitio o otro (metástasis).

SISTEMA LINFÁTICO
ANATOMÍA DE UN NÓDULO LINFÁTICO$_a$

véase también 67

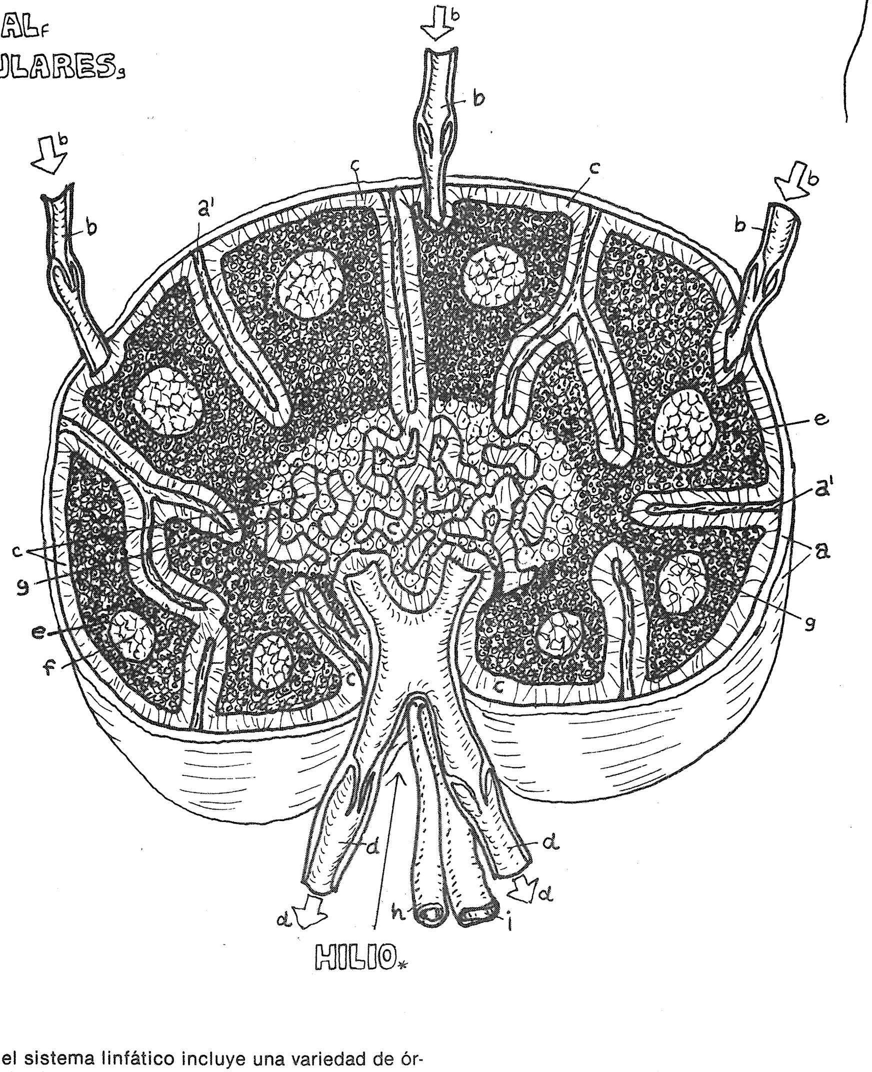
NC 10

1. Ilumine los diversos nódulos en la figura de la derecha en el mismo color que la cápsula (a) del nódulo linfático agrandado. El color de la cápsula (a) debe llevar el mismo color que las estructuras (b) de la lámina anterior (67).
2. Utilice color rojo para la arteria (h), azul para la vena (i). Utilice un color obscuro para los nódulos corticales (e).


nódulos linfáticos cervicales
a
nódulos linfáticos axilares
a
a
nódulos linfáticos inguinales

sitios de nódulos linfáticos que pueden ser palpados en la fascia superficial por un examinador

CÁPSULA$_a$
TRABÉCULAS$_{a'}$
VASO AFERENTE$_b$
SENOS LINFÁTICOS$_c$
VASO EFERENTE$_d$
NÓDULOS CORTICALES/CORTEZA$_e$
CENTRO GERMINAL$_f$
CORDONES MEDULARES$_g$
ARTERIA$_h$
VENA$_i$



Además de la red de vasos, el sistema linfático incluye una variedad de órganos generalmente caracterizada por una unidad estructural básica: linfocitos y células relacionadas (por ejemplo macrófagos) unidos o libres dentro de una estructura delicada de fibras reticulares y células. Tales masas, que varían desde una organización simple hasta muy compleja, constituyen el tejido linfático. Los *nódulos linfáticos*, junto con el bazo, el timo, las amígdalas, los nódulos y el tejido linfático difuso, constituyen los órganos linfáticos. Normalmente del tamaño de un frijol, los nódulos linfáticos se encuentran generalmente en grupos cerca de las venas. Es posible observar pequeños vasos linfáticos entrando y saliendo de cada nódulo. Estos dispositivos de filtración de la linfa están organizados de la siguiente manera: la linfa entra al nódulo a través de los *vasos aferentes* que se abren en los *senos linfáticos* y que se encuentran por debajo de la *cápsula*. Estos senos son un laberinto de espacios dentro de una red de finas fibras reticulares. La linfa se infiltra a través de estos senos, alcanzando finalmente el *vaso eferente*. Como usted puede ver, los senos están sostenidos por *trabéculas* de fibras de tejido conectivo que se proyectan hacia dentro desde la cápsula. En la parte externa del nódulo, existen masas compactas de células (*nódulos de la corteza*) que rodean los senos linfáticos. En el centro de estos nódulos hay áreas de densidad menor, llamadas *centros germinativos*, en donde los linfocitos se multiplican y proliferan. La parte interna de un nódulo es la médula que consiste en senos linfáticos rodeados de cordones de células (*cordones medulares*). Estas células son en su mayoría macrófagos, los cuales absorben rápidamente microorganismos tales como bacterias. Estas células, en efecto, "cuelan" la linfa en los senos. Las células de los nódulos corticales son en su mayoría linfocitos capaces de crear proteínas complejas (anticuerpos), los cuales unidos con la actividad fagocítica (macrófago) suprimen el crecimiento y la actividad de los microorganismos. Las concentraciones altas de ciertas bacterias en la linfa estimulan una división rápida de linfocitos en los centros germinativos. La secreción de anticuerpos por estas células trae consigo el fallecimiento de estas bacterias por neutralización específica. Así, pues, los nódulos linfáticos constituyen una parte importante del sistema de defensa del organismo, y su aumento de tamaño puede ser indicativo de que existe un proceso de enfermedad.

SISTEMA LINFÁTICO
CANALES DE DRENAJE LINFÁTICO PROFUNDO Y SUPERFICIAL*

LÁMINA 69

véanse también 67, 68

NC 14

1. Ilumine los vasos linfáticos de la figura de la izquierda. Utilice los mismos colores que los usados para las mismas estructuras en la lámina 67, aun cuando las letras de identificación fuesen diferentes.
2. En ambas figuras, ilumine el cuadrante superior derecho del cuerpo (el área punteada) de color gris. Esta área generalmente drena hacia el conducto linfático derecho.
3. Ilumine las tres áreas de drenaje en el lado izquierdo del cuerpo de la figura de la derecha, iluminando los nódulos y sus flechas respectivas. Si lo desea también puede iluminar en un tono claro la zona completa con el mismo color.

SUPERFICIAL*

NÓDULOS CERVICALES$_l$

NÓDULOS AXILARES$_m$

NODULOS INGUINALES$_n$

PROFUNDO*

GRAN VENA LINFÁTICA DERECHA$_a$

CONDUCTO TORÁCICO$_b$

TRONCO YUGULAR$_c$

TRONCO SUBCLAVIO$_d$

TRONCO BRONCOMEDIASTÍNICO$_e$

TRONCO INTERCOSTAL INFERIOR$_f$

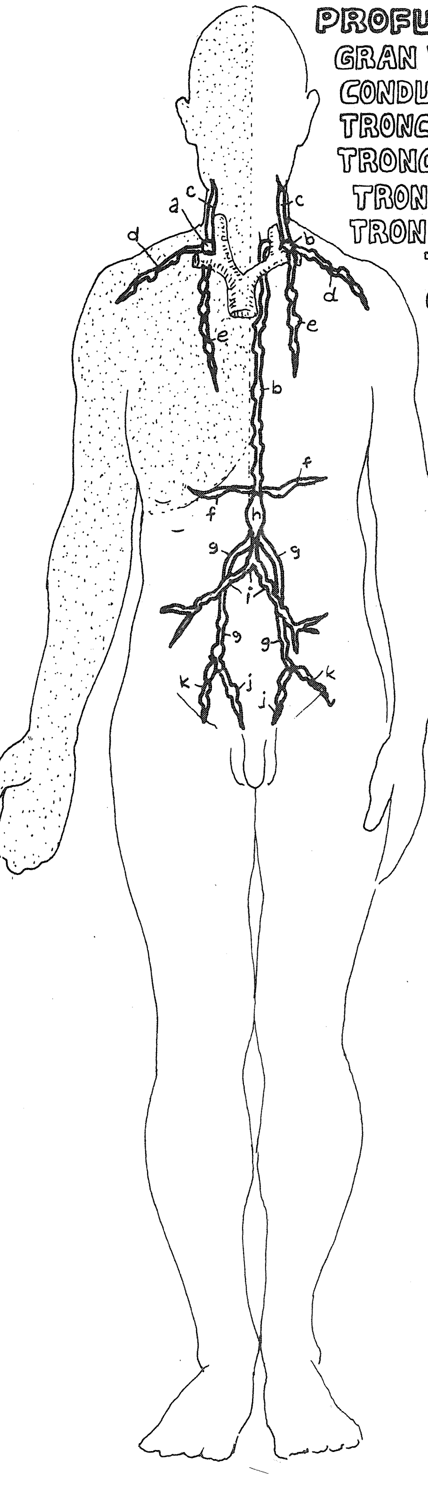
TRONCO LUMBAR$_g$

CISTERNA DE PECQUET$_h$

TRONCOS/VASOS INTESTINALES$_i$

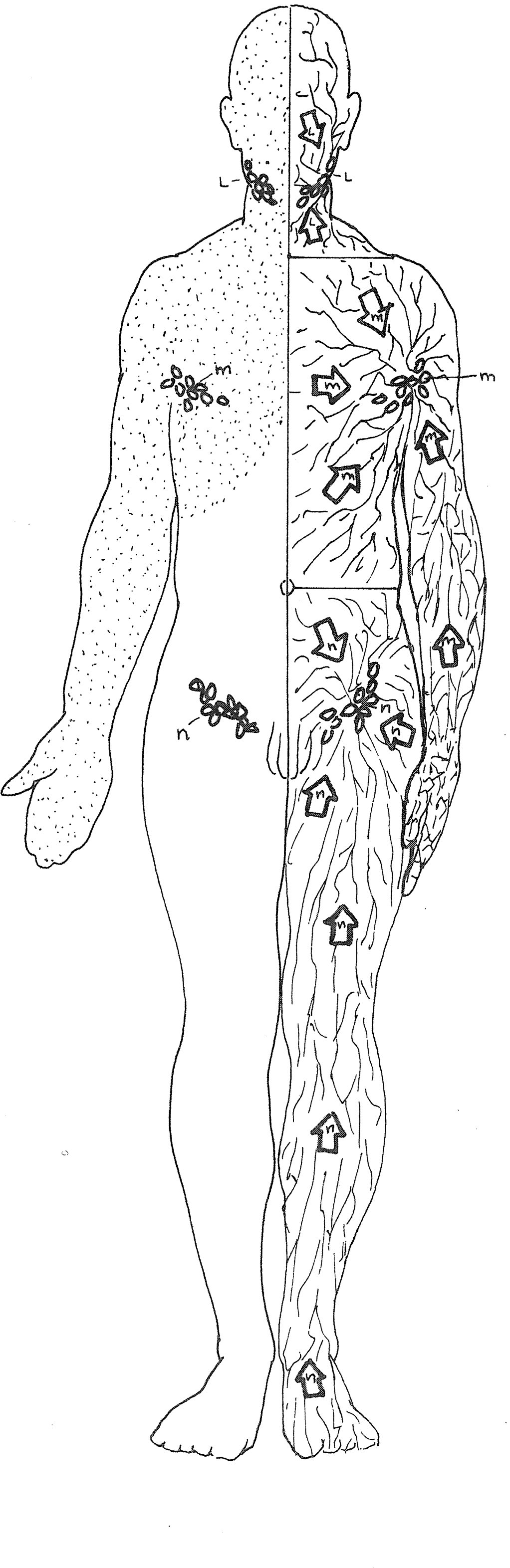
VASOS DE LA PELVIS$_j$

DEL MIEMBRO INFERIOR$_k$



El sistema vascular linfático tiene vasos profundos y superficiales. Los vasos profundos generalmente siguen a las venas profundas, las que a su vez viajan con arterias y nervios acompañantes. Los vasos superficiales corren en la fascia superficial, y los nódulos relacionados con ellos se encuentran en el lugar donde grandes venas superficiales fluyen hacia venas profundas. Algunas áreas carecen de vasos/nódulos linfáticos, tales como el cerebro, la médula espinal, la médula ósea y estructuras que generalmente no tienen vasos sanguíneos y que reciben su nutrición por difusión (cartílago, epidermis, etcétera). En el miembro superior, tanto los vasos superficiales como los profundos alcanzan los *nódulos axilares*. En el miembro inferior los vasos superficiales y los profundos fluyen hacia los *nódulos inguinales*. En el cuello, los vasos linfáticos pasan por *nódulos cervicales* en varios sitios, finalmente pasando a nódulos cervicales profundos cerca de los grandes conductos linfáticos. Los patrones de flujo linfático más profundo se describieron en la lámina 67, pero se han repetido aquí para realzar la perspectiva del sistema completo de vasos.

En la superficie corporal, se pueden palpar tres grupos de nódulos linfáticos (ver la figura de la derecha). Ocasionalmente pueden sentirse uno o dos nódulos detrás de la rodilla o a nivel del codo. Los nódulos linfáticos aumentan de tamaño cuando hay una infección en el área que drenan, debido a la proliferación de linfocitos en sus centros germinativos. Así pues, el aumento de volumen de los nódulos superficiales señalan que existe un proceso infeccioso. Los nódulos linfáticos también pueden agrandarse cuando células cancerosas migran a través de varios canales linfáticos y empiezan a dividirse rápidamente.



APARATO RESPIRATORIO ESQUEMA GENERAL*

LÁMINA 70

véase también 14

NC 7

1. Ilumine los elementos del aparato respiratorio.

CAVIDAD NASAL$_a$

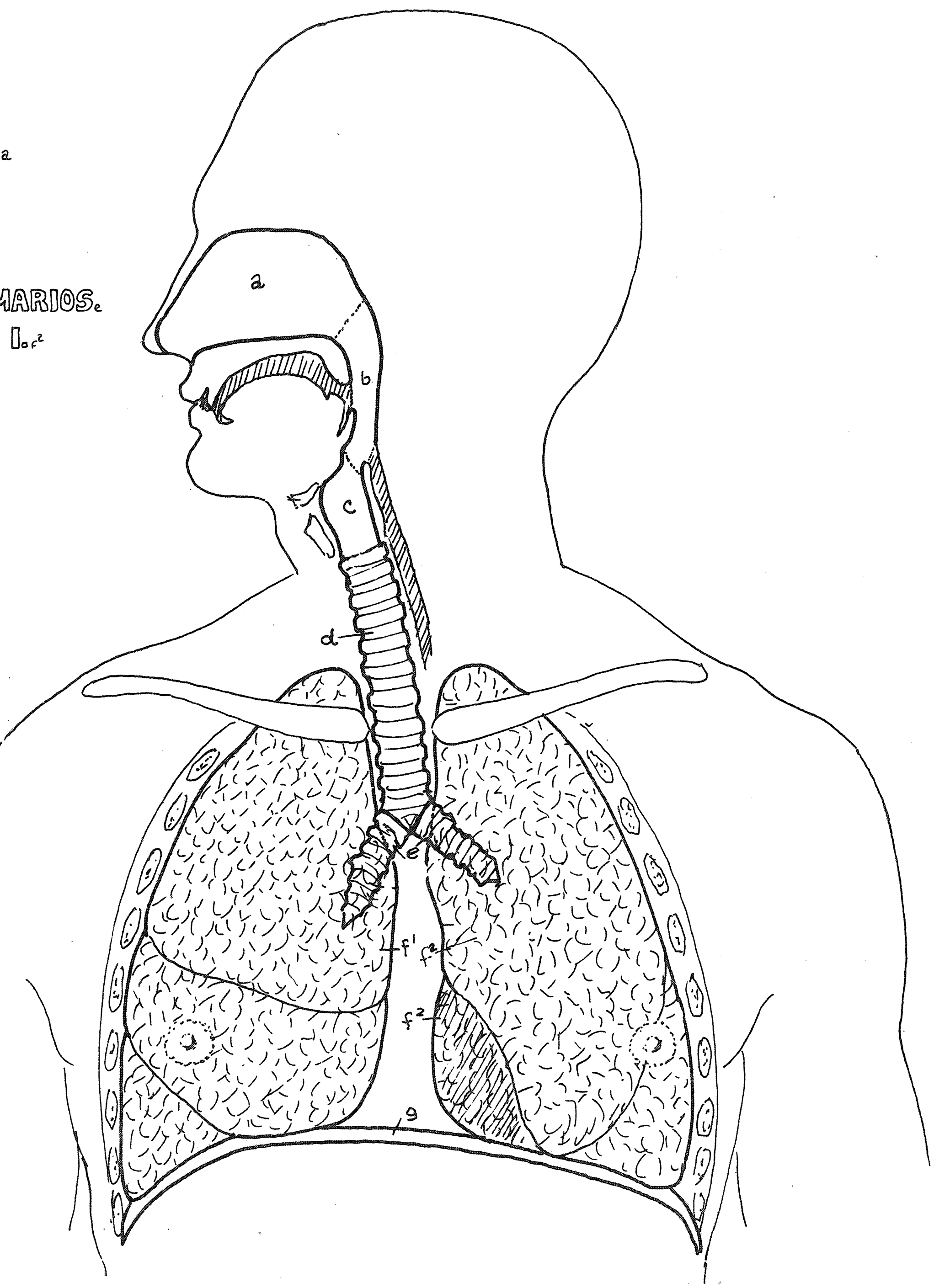
FARINGE$_b$

LARINGE$_c$

TRÁQUEA$_d$

BRONQUIOS PRIMARIOS$_e$

PULMONES, D$_{f^1}$ I$_{f^2}$



El *tracto respiratorio* funciona de manera que lleva aire a un lugar en donde puede ser absorbido rápidamente por la sangre. En forma inversa, puede tomar gases indeseables de la sangre y expulsarlos hacia afuera. El tracto respiratorio también ayuda a desarrollar sonido, refinarlo hasta una vocalización inteligible y a mantener el equilibrio ácido-base de la sangre, expeliendo bióxido de carbono hacia el exterior. En ningún otro lugar del cuerpo, el ambiente exterior, con todas sus criaturas de dimensión microscópica, tiene tan fácil acceso a las cavidades estériles del interior del cuerpo como en la interfase aire/sangre del pulmón. De ahí que la estructura del tracto respiratorio incluya una capacidad bastante adecuada de defensa. De manera general, el tracto respiratorio se divide en tejido respiratorio —donde se realiza de hecho, el intercambio gaseoso— y tubos de conducción. Como usted puede observar, la mayor parte del tracto conduce aire. Al hacerlo, atrapa material extraño en el moco, entibia el aire con el calor que proporcionan vasos sanguíneos cercanos y agrega agua al aire, permitiendo al oxígeno que se disuelva antes de ser absorbido por la sangre. Las láminas siguientes se refieren con más detalle a porciones del tracto respiratorio.

APARATO RESPIRATORIO
LA PORCIÓN EXTERNA DE LA NARIZ$_*$
TABIQUE NASAL$_*$
CAVIDAD NASAL$_*$

NC 17

1. Ilumine las diferentes estructuras en los tres dibujos. Advierta en el dibujo inferior, varias áreas limitadas por una línea punteada, ellas deberán iluminarse. Coloree de gris el área restante alrededor de esta estructuras para completar la cavidad nasal (rodeada por una línea gruesa).
2. No debe iluminarse la nasofaringe.
3. En el dibujo inferior, todas las partes de la lámina cribosa (j) deberán iluminarse.

PORCIÓN EXTERNA DE LA NARIZ$_*$

HUESOS PROPIOS DE LA NARIZ$_a$
CARTÍLAGO DEL TABIQUE NASAL$_b$
CARTÍLAGO NASAL LATERAL$_c$
CARTÍLAGO ALAR$_d$
TEJIDO FIBRO-GRASO$_e$

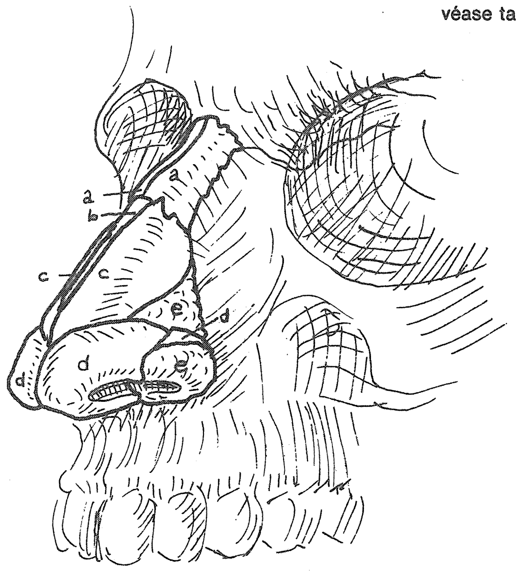
TABIQUE NASAL$_*$

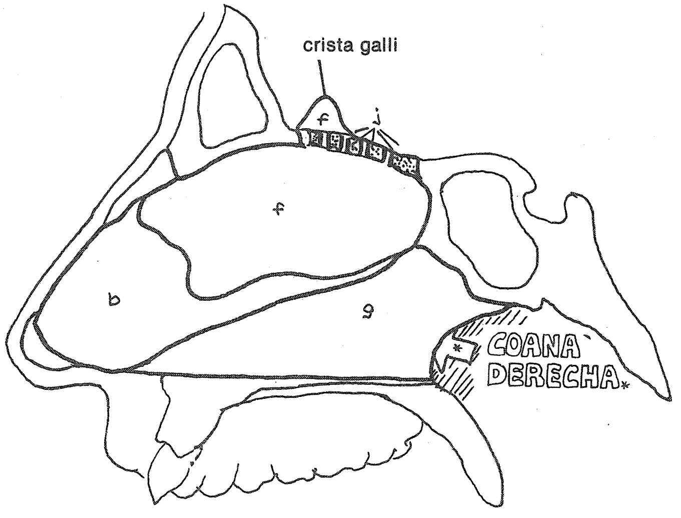
CARTÍLAGO DEL TABIQUE NASAL$_b$
LÁMINA PERPENDICULAR DEL HUESO ETMOIDES$_f$
HUESO VÓMER$_g$

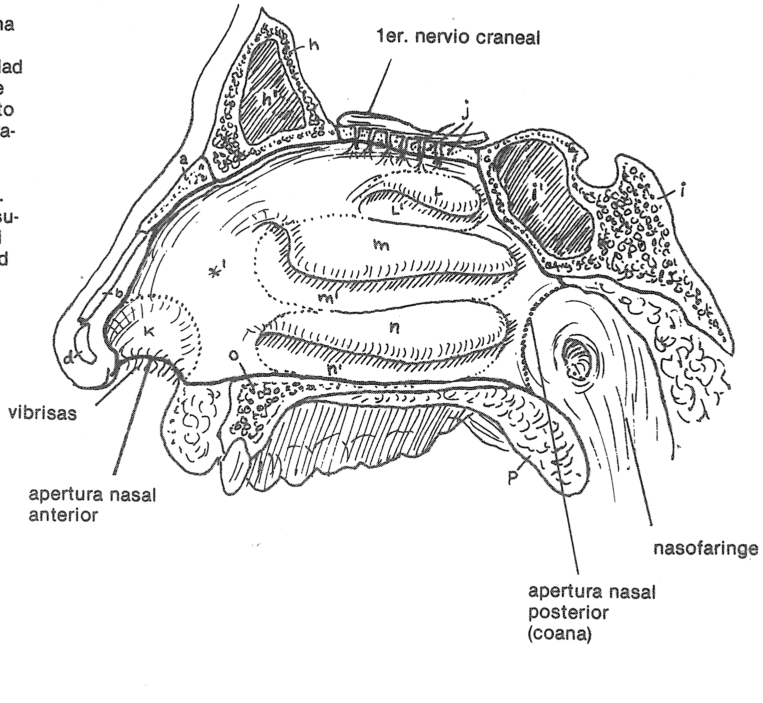
CAVIDAD NASAL$_{*'}$

HUESO FRONTAL$_h$ Y SENOS FRONTALES$_{h'}$
HUESO ESFENOIDES$_i$ Y SENOS$_{i'}$
LÁMINA CRIBOSA DEL ETMOIDES$_j$
VESTÍBULO DE LA NARIZ$_k$
CORNETE SUPERIOR$_l$ Y MEATO$_{l'}$
CORNETE MEDIO$_m$ Y MEATO MEDIO$_{m'}$
CORNETE INFERIOR$_n$ Y MEATO INFERIOR$_{n'}$
PALADAR DURO$_o$
PALADAR BLANDO$_p$

La *cavidad nasal* empieza en las aperturas nasales anteriores y termina en las aperturas nasales posteriores o *coanas*. La nariz es una extensión de la cavidad nasal y del tabique nasal. El *tabique* divide la cavidad nasal en *cavidades* derecha e izquierda. Puede sentirse en la punta de la nariz y termina en las coanas. El *vestíbulo de la nariz* está recubierto por pelos (*vibrisas*) que sirven para impedir la entrada de cuerpos extraños. El recubrimiento membranoso de la cavidad nasal (mucosa), está caracterizado por células epiteliales ciliadas que secretan moco y cuyos cilios barren el material pequeño particulado hacia la nasofaringe. Los *cornetes o conchas* recubiertas de mucosa aumentan el área de superficie de la cavidad nasal y por lo tanto dan más calor y humedad al aire circulante. Células epiteliales especiales en el techo de la cavidad nasal son receptores a químicos en solución que descargan impulsos electroquímicos a través del 1er. nervio craneal. La sensación es interpretada en el cerebro como olor u olfato. Nótese el piso de la cavidad nasal; es el *paladar* que a su vez funciona como techo de la cavidad oral.







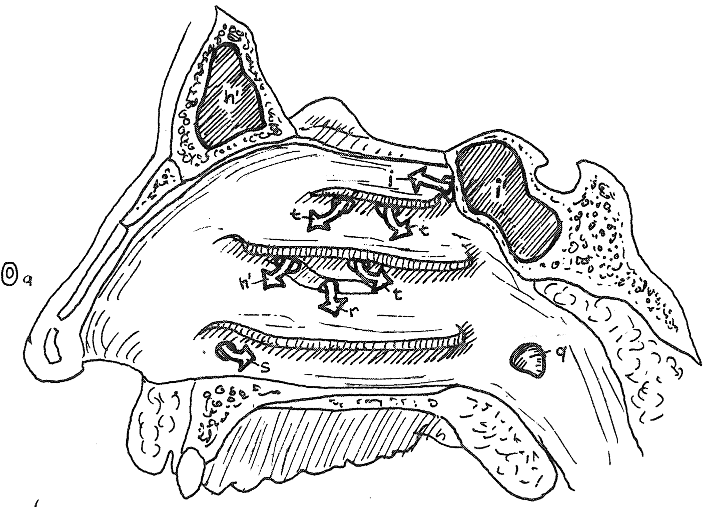
APARATO RESPIRATORIO
SENOS PARANASALES*

LÁMINA 72

véanse también 11, 78, 138

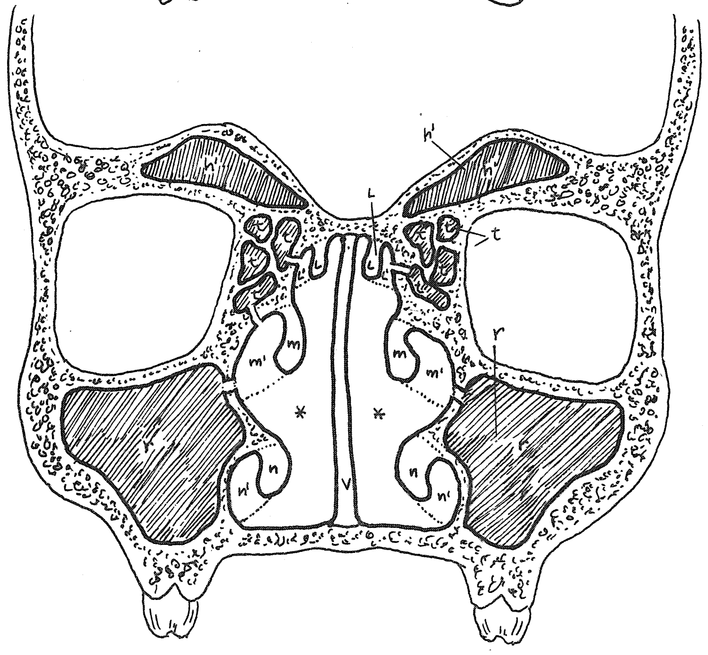
NC ?

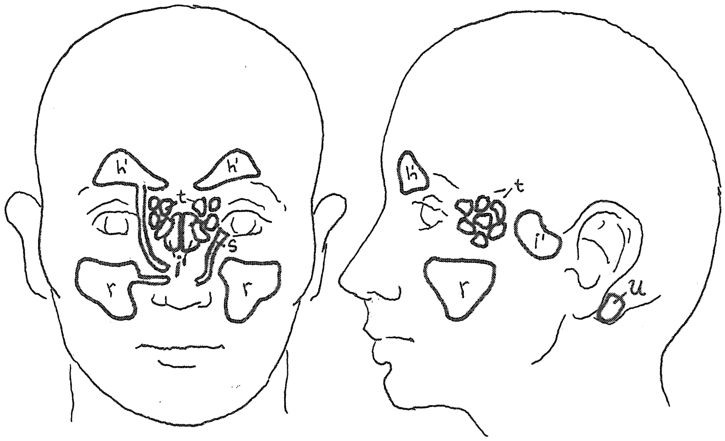
1. Necesitará algunos de los colores utilizados en la lámina precedente para las mismas estructuras que aparezcan en esta lámina. Si tiene colores adicionales, utilice sus colores nuevos para el material adicional. En caso contrario emplee colores de la lámina precedente para estructuras que no se muestran en ésta.
2. Nótese que los senos frontales (h') y esfenoidales (i') deben iluminarse, no así el hueso completo.
3. Ilumine las flechas que indican rutas de drenaje. Los cornetes han sido cortados a fin de exponer los agujeros (para el flujo de drenaje).
4. Los senos etmoidales (t) llevan el mismo color que (j) en la lámina 71.



APERTURA DE LA TROMPA DE EUSTAQUIO$_q$
SENO MAXILAR$_r$
CONDUCTO NASOLAGRIMAL$_s$
SENOS ETMOIDALES$_t$
CELDILLAS MASTOIDEAS$_u$
TABIQUE NASAL$_v$
CAVIDAD NASAL*

El cráneo tiene una cantidad de cavidades dentro de él. Algunas le serán familiares (boca, nariz, oído externo, órbitas), pero tal vez algunas otras no lo sean. Los huesos frontal, esfenoides, maxilar, etmoides y temporal cuentan con cavidades de diversos tamaños, todas las cuales, directa o indirectamente, comunican con la cavidad nasal. Los *senos paranasales* deben distinguirse de los senos venosos de la duramadre; ellos sirven para disminuir el peso del cráneo y dan timbre a la voz. Se encuentran recubiertos con epitelio del tipo respiratorio, el cual se continúa en el epitelio de la cavidad nasal. Las secreciones mucosas de estos revestimientos epiteliales bajan a través de surcos y entran a la cavidad nasal exactamente por debajo de los cornetes (meatos). Los sitios específicos de drenaje aparecen indicados por flechas. En caso de que estos pasajes de drenaje se obstruyeran al inflamarse o congestionarse, aumentaría la presión dentro de los senos hasta el punto de causar considerable dolor (sinusitis). Agentes vasoconstrictores ayudan a reducir la congestión y a restablecer un drenaje apropiado. Las *celdillas mastoideas* (en la apófisis mastoides del hueso temporal) drenan hacia la cavidad del oído medio y de ahí a la trompa de Eustaquio hacia la nasofaringe, adyacente a la cavidad nasal. El *conducto nasolagrimal* recibe secreciones de las glándulas lacrimales cuya función es mantener húmedo el recubrimiento del ojo (conjuntiva). Estas lágrimas drenan hacia orificios localizados en la parte interna de los párpados y se abren hacia sacos que se estrechan para formar los conductos nasolagrimales. Estos conductos pasan a lo largo de las paredes laterales de la cavidad nasal y desembocan en cada lado en el meato del cornete inferior; esto explica por qué es necesario sonarse la nariz después de llorar. (En el dibujo inferior los conductos nasolagrimales y de los senos frontales y maxilares se muestran de un solo lado.)





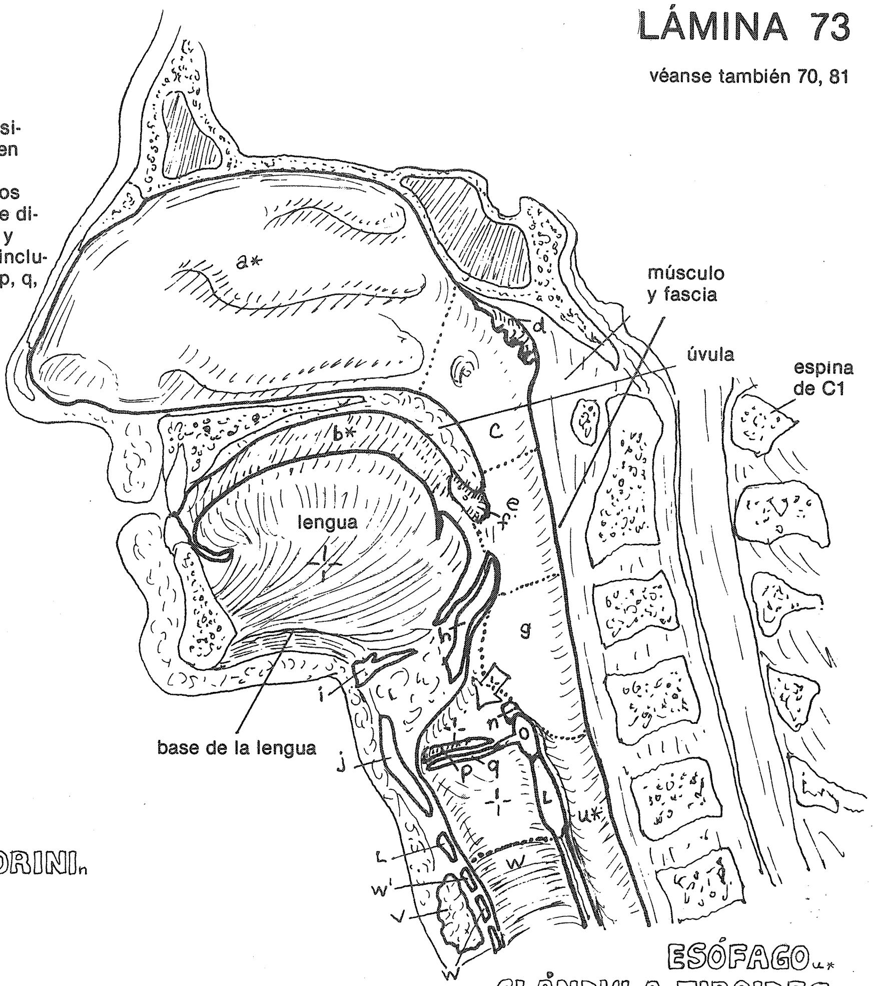
véanse también 70, 81

APARATO RESPIRATORIO
FARINGE Y LARINGE

NC 15

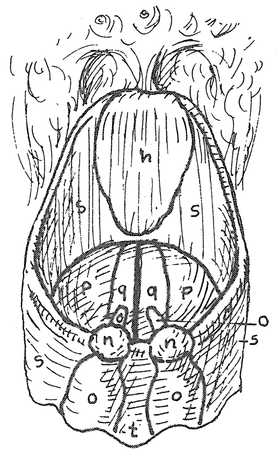
1. Algunas de las estructuras relacionadas con los títulos que siguen no se incluyen en el dibujo de la derecha, sólo aparecen en los esquemas inferiores.
2. Cuando termine los esquemas inferiores trate de relacionarlos con el esquema superior (vista sagital de la laringe). El grupo de dibujos inferior izquierdo ilustra la estructura ósea, cartilaginosa y fibrosa de la laringe. Las dos vistas de la entrada de la laringe incluyen los revestimientos mucosos que recubren esta estructura (p, q, s, t).

CAVIDAD NASAL a*
CAVIDAD ORAL b*
FARINGE:
NASOFARINGE c
  AMÍGDALA FARÍNGEA d
OROFARINGE e
  AMÍGDALA PALATINA f
LARINGOFARINGE g
LARINGE:
EPIGLOTIS h
HUESO HIOIDES i
CARTÍLAGO TIROIDES j
MEMBRANA TIROIDEA k
CARTÍLAGO CRICOIDES L
MEMBRANA CRICOTIROIDEA m
CARTÍLAGO CORNICULADO DE SANTORINI n
CARTÍLAGO ARITENOIDES o
PLIEGUE VESTIBULAR p
PLIEGUE VOCAL q
GLOTIS r•
PLIEGUE ARIEPIGLÓTICO s
PLIEGUE INTERARITENOIDEO t

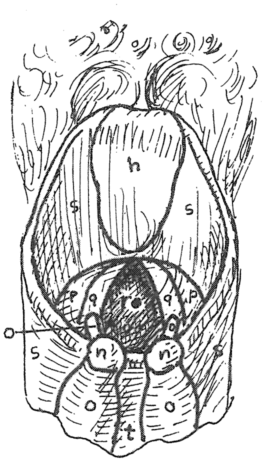


ESÓFAGO u*
GLÁNDULA TIROIDES v
TRÁQUEA w Y CARTÍLAGO w'

La *faringe* es un tubo fibromuscular que parece colgar de las paredes de las aperturas nasales posteriores (coanas). Se continúa con la *cavidad nasal* y anteriormente se abre a la *cavidad oral*. En su parte posterior está sostenida por fascia relacionada con la columna vertebral y el cráneo (hueso esfenoides hasta cerca de la vértebra C4). En su porción inferior se continúa con el *esófago* por detrás y la *laringe* por enfrente. El alimento y el aire comparten este tubo. Si el aire pasa hacia el esófago generalmente sale por la misma vía (eructo); en caso de que el alimento trate de pasar hacia la laringe, se ponen en acción una serie de mecanismos caracterizados por accesos de tos. Esta posibilidad potencialmente seria disminuye por el complejo mecanismo de la deglución. La *nasofaringe* recibe la trompa de Eustaquio y alberga la *amígdala faríngea* (adenoides). Si se observa con un espejo su cavidad oral, la extensión del paladar blando (úvula) impide ver la nasofaringe (vease lámina 79). Recubierta de epitelio respiratorio, es extremadamente sensible al paso de cualquier material excepto el aire. La *faringe oral* u *orofaringe* contiene las *amígdalas palatinas* en sus paredes laterales y está recubierta del epitelio de la cavidad oral: plano estratificado. La *laringofaringe* también está revestida de epitelio oral y se caracteriza por dos bolsas o escotaduras en ambos lados de la entrada a la laringe (no se muestra).

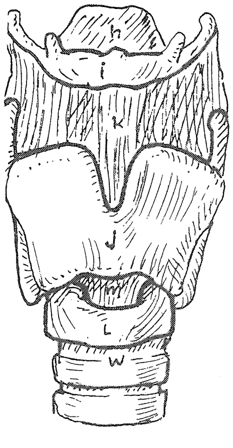


VISTA DESDE ARRIBA DE LA ENTRADA LARÍNGEA
cuerdas vocales en aducción

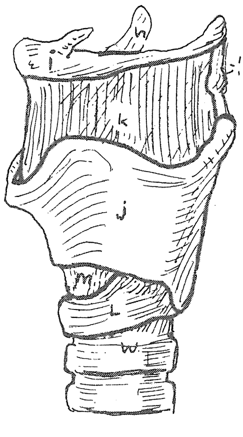


VISTA DESDE ARRIBA DE LA ENTRADA LARÍNGEA
cuerdas vocales en abducción

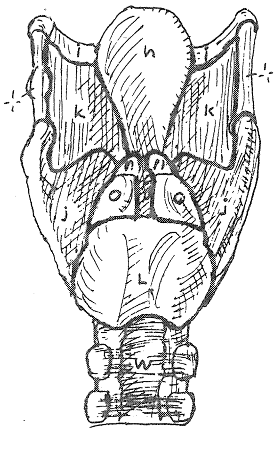
La *laringe* se encuentra sostenida por una estructura de cartílago. A pesar de su cercanía con la laringe, el hueso hioides no se considera como parte de esta estructura. El *cartílago tiroides* se articula con el *cartílago cricoides* y está unido al hioides por medio de la membrana tirohioidea (ligamento). El cricoides se ajusta a la tráquea. Los *cartílagos aritenoides* se articulan con la parte superior del cricoides y son capaces de girar sobre él. Los *pliegues vocales* o *cuerdas vocales* son ligamentos recubiertos de mucosa que van del cartílago tiroides al aritenoides. El movimiento de los cartílagos aritenoides los abduce y aduce. Durante la respiración se abducen; al toser (cuando aumenta la presión en el tórax, tráquea y laringe inferior) se encuentran cerrados y se abren rápidamente, produciendo una tos explosiva. Durante la fonación, generalmente sólo hay un pequeño espacio lineal entre los pliegues vocales en aducción, con ciertas variantes según el tono y el volumen. Los *pliegues vestibulares* (cuerdas vocales falsas) son fibrosos y sólo se mueven pasivamente.



VISTA ANTERIOR



VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR

véanse también 49, 70

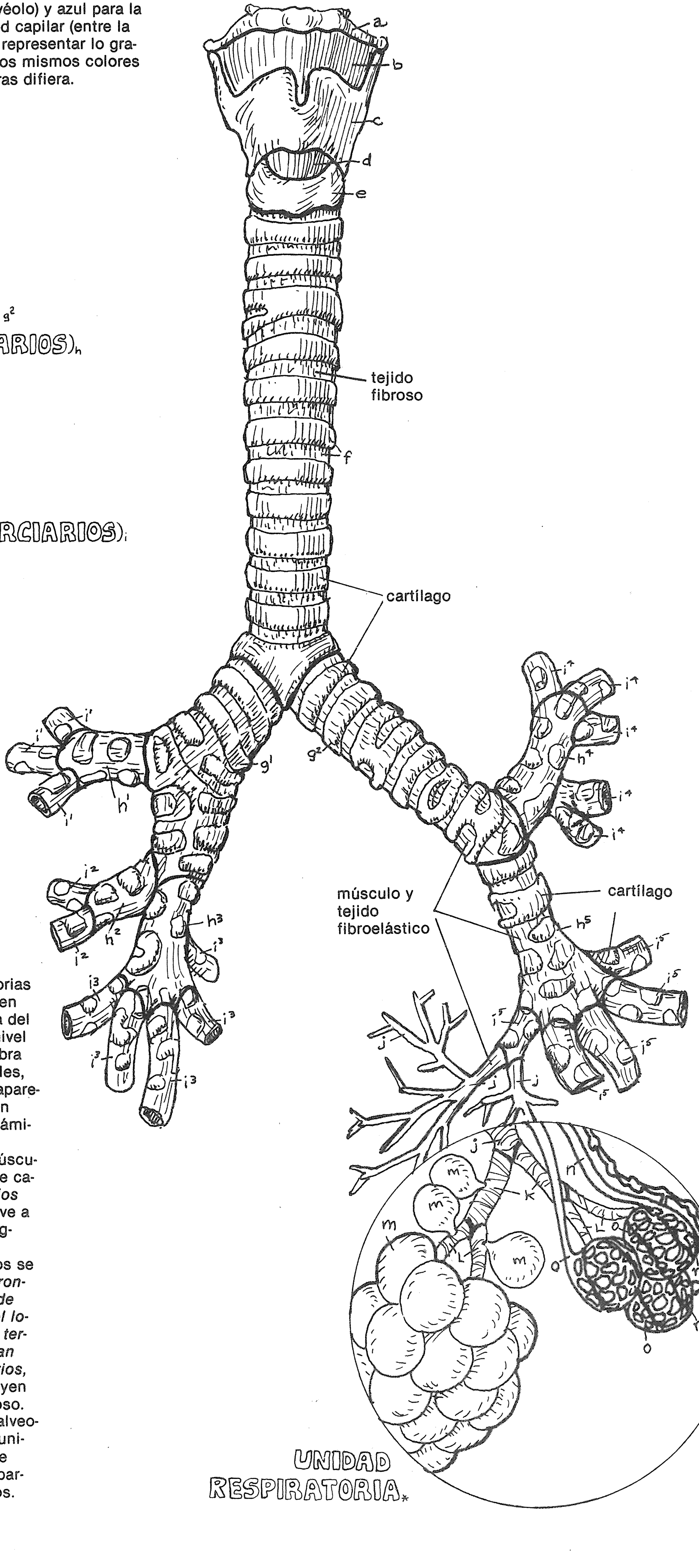
APARATO RESPIRATORIO
EL ÁRBOL BRONQUIAL*

NC 16

1. Cuando ilumine la unidad respiratoria, utilice rojo para la vénula (n) (que regresa sangre oxigenada al corazón proveniente del alvéolo) y azul para la arteriola (o). Puede usted iluminar de color morado la red capilar (entre la vénula y la arteriola) que rodea el saco alveolar a fin de representar lo gradual de la oxigenación. Ilumine las estructuras a-f con los mismos colores que en la lámina 73, aun cuando la designación con letras difiera.

HUESO HIOIDES$_a$
MEMBRANA TIROHIOIDEA$_b$
CARTÍLAGO TIROIDES$_c$
MEMBRANA CRICOTIROIDEA$_d$
CARTÍLAGO CRICOIDES$_e$
TRÁQUEA$_f$
BRONQUIOS PRIMARIOS: D.$_{g^1}$ **I.**$_{g^2}$
BRONQUIOS LOBARES (SECUNDARIOS)$_h$
  LOBAR SUPERIOR D.$_{h^1}$
  LOBAR MEDIO D.$_{h^2}$
  LOBAR INFERIOR D.$_{h^3}$
  LOBAR SUPERIOR I.$_{h^4}$
  LOBAR INFERIOR I.$_{h^5}$
BRONQUIOS SEGMENTARIOS (TERCIARIOS)$_i$
  LÓBULO SUPERIOR D. 3$_{i^1}$
  LÓBULO MEDIO D. 2$_{i^2}$
  LÓBULO INFERIOR D. 5$_{i^3}$
  LÓBULO SUPERIOR I. 5$_{i^4}$
  LÓBULO INFERIOR I. 5$_{i^5}$
BRONQUIOLOS$_j$
BRONQUIOLO RESPIRATORIO$_k$
CONDUCTO ALVEOLAR$_l$
SACO ALVEOLAR Y ALVEOLOS$_m$
VÉNULA PULMONAR$_n$
ARTERIOLA PULMONAR$_o$
LINFÁTICO$_p$

La *tráquea* y los *bronquios* constituyen las vías respiratorias inferiores. La tráquea, cuyos anillos cartilaginosos pueden sentirse en la porción inferior del cuello, justo por arriba del esternón, está revestida de tejido respiratorio típico. A nivel de la unión de la 2a. costilla con el esternón (o 4a. vértebra torácica), la tráquea se divide en dos bronquios principales, uno para cada pulmón. Estos *bronquios principales* desaparecen dentro del parénquima pulmonar donde se dividen en *bronquios lobares*; cada uno sirve a un lóbulo. Aquí las láminas de cartílago se fragmentan y puede observarse un aumento de músculo liso en las paredes bronquiales, músculo que sufre espasmo en los accesos de asma. Dentro de cada lóbulo pulmonar, los bronquios se dividen en *bronquios segmentarios* más pequeños, cada uno de los cuales sirve a un segmento broncopulmonar, a su vez, dentro de un segmento —el cual está limitado por tejido conectivo y es quirúrgicamente resecable—, los bronquios segmentarios se dividen en *bronquiolos que sirven a los lobulillos. Los bronquiolos no tienen cartílago y poseen una gran cantidad de músculo liso y tejido elástico en sus paredes. Dentro del lobulillo, los bronquiolos se subdividen hasta bronquiolos terminales (no se muestran ni intitulan) que a su vez nos dan los bronquiolos respiratorios. Los bronquiolos respiratorios, los conductos y sacos alveolares y los alveolos* constituyen la *unidad respiratoria* donde ocurre el intercambio gaseoso. (Un grupo de celdillas aéreas (alveolos) forman un saco alveolar el cual se abre a un conducto alveolar). A nivel de la unidad respiratoria, la sangre absorbe oxígeno y se libera de bióxido de carbono hacia la celdilla aérea. Tres quintas partes del volumen pulmonar son sangre y vasos sanguíneos.



APARATO RESPIRATORIO

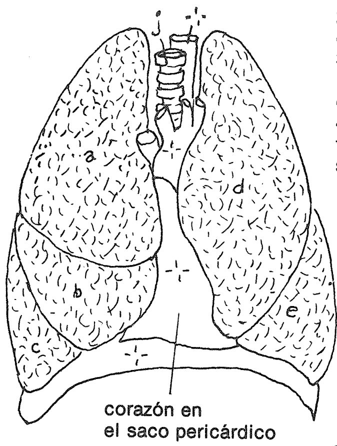
LÓBULOS Y PLEURAS DE LOS PULMONES$_*$

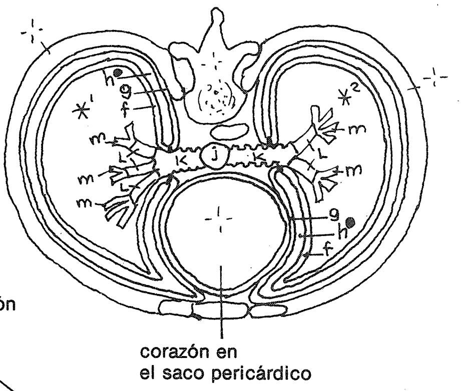
véanse también 14, 49, 74

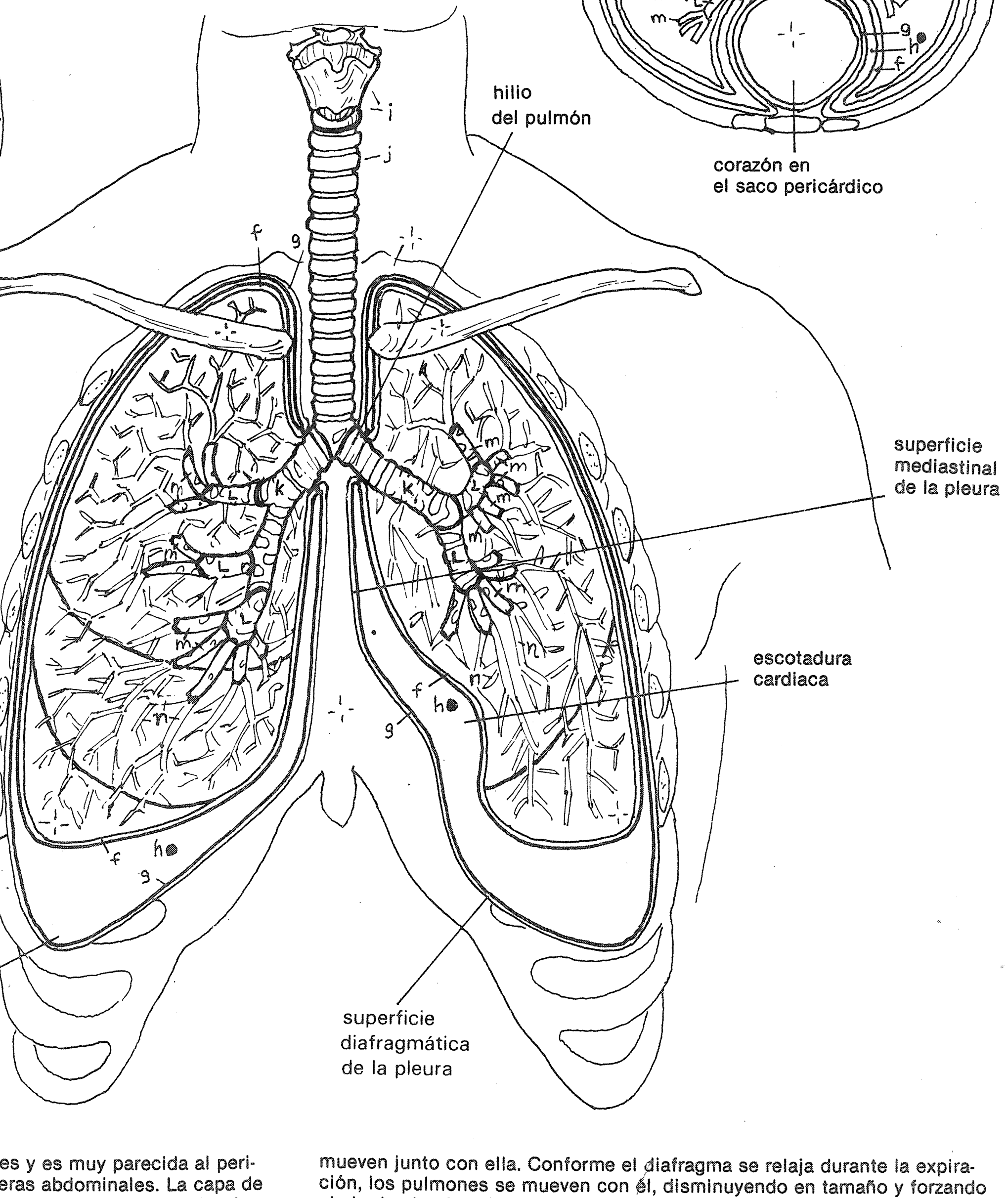
LÓBULOS:$_*$ SUPERIOR D.$_a$ MEDIO D.$_b$ INFERIOR D.$_c$ SUPERIOR I.$_d$ INFERIOR I.$_e$

PLEURAS:$_*$ PLEURA VISCERAL$_f$ PLEURA PARIETAL$_g$ CAVIDAD PLEURAL$_h$.
LARINGE$_i$ TRÁQUEA$_j$ BRONQUIOS PRIMARIOS$_k$ BRONQUIOS LOBARES$_L$
BRONQUIOS SEGMENTARIOS$_m$ BRONQUIOLOS$_n$ PULMÓN D.$_{*1}$ PULMÓN I.$_{*2}$

NC 13
1. Reserve los colores más brillantes o más claros para (f) y (g). Se recomienda el color negro para (h). Note usted los cuatro puntos en los que (f) se transforma en (g).
2. Advierta que la laringe se ilumina de un solo color.
3. Utilice los mismos colores para (j-n) que los que utilizó para estas estructuras en la lámina 74, aún cuando su letra sea diferente.
4. No es necesario iluminar muy cuidadosamente todos los bronquiolos. No aparecen en el esquema superior derecho debido a limitaciones de espacio.


j
i
a
d
b
e
c
corazón en
el saco pericárdico


h
g
f
*1
*2
m
L
K
j
K
L
m
m
m
m
g
h
f
corazón en
el saco pericárdico


i
j
hilio
del pulmón
f
g
k
L
m
n
k
L
m
n
superficie
mediastinal
de la pleura
escotadura
cardiaca
f
h
g
f
h
g
superficie costal
de la pleura
seno costodiafragmático
(exagerado)
superficie
diafragmática
de la pleura

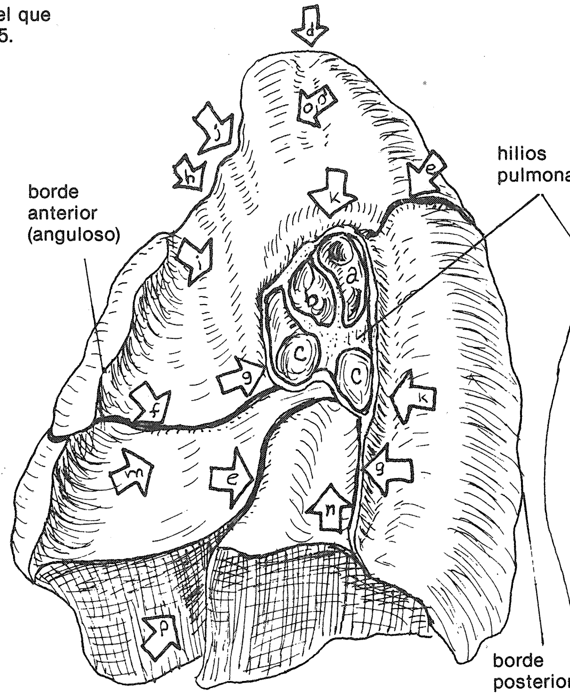
La *pleura* es el recubrimiento de los pulmones y es muy parecida al pericardio del corazón y al peritoneo de las vísceras abdominales. La capa de pleura que reviste al pulmón y que no puede separarse de éste es la *pleura visceral*. En el hilio pulmonar, la pleura visceral se dobla alrededor y hacia afuera para convertirse en *pleura parietal*, la cual se adhiere a la caja torácica, diafragma y pericardio. La *cavidad pleural* es un espacio virtual entre las dos capas. Está vacío excepto por una película muy delgada de líquido que separa las dos capas y permite que se muevan los pulmones dentro de su saco sin fricción. Este líquido es secretado por las células pleurales. Conforme la pared torácica se ensancha en la respiración, los pulmones se mueven junto con ella. Conforme el diafragma se relaja durante la expiración, los pulmones se mueven con él, disminuyendo en tamaño y forzando el aire hacia afuera. En este momento el diafragma forma una cúpula sobre el hígado, el estómago y el bazo, y se forman ángulos o escotaduras entre las pleuras costal y diafragmática (también en la pleura mediastínica y en la costal). En estos senos costodiafragmáticos y costomediastinales, la pleura se extiende más allá del tejido pulmonar. En caso de que se acumulara líquido en la cavidad pelural debido a enfermedad o lesión, puede extraerse éste, por medio de una aguja en dichos lugares.

véanse también 49, 50, 57, 62, 75

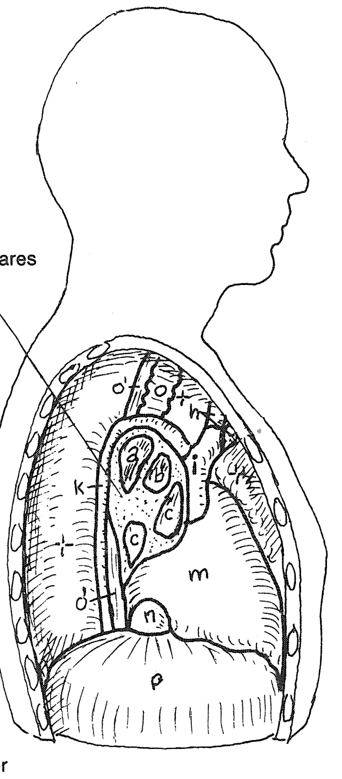
APARATO RESPIRATORIO
SUPERFICIE MEDIASTINAL DE LOS PULMONES*

NC 17

1. Ilumine las flechas que señalan las diferentes impresiones hechas por las estructuras que presionan los pulmones.
2. Utilice rojo para (c) y azul para (b).
3. Utilice el mismo color para el bronquio (a) que el que utilizó para los bronquios primarios de la lámina 75.



PULMÓN DERECHO SUPERFICIE MEDIASTINAL



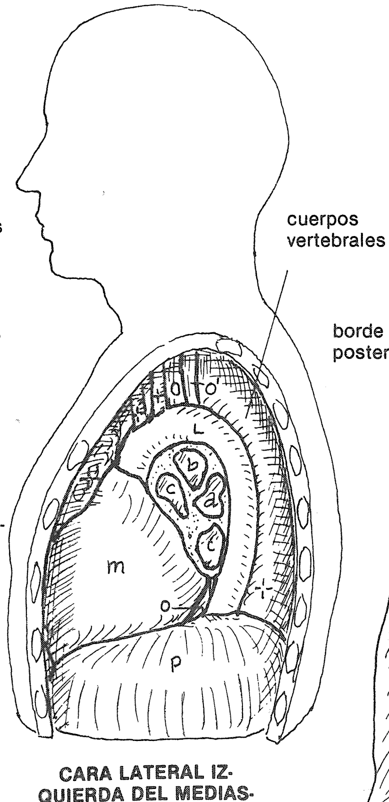
CARA LATERAL DERECHA DEL MEDIASTINO

BRONQUIO a
ARTERIA PULMONAR b
VENA PULMONAR c
ÁPICE d
FISURA OBLICUA e
FISURA HORIZONTAL f
LIG. PULMONAR g

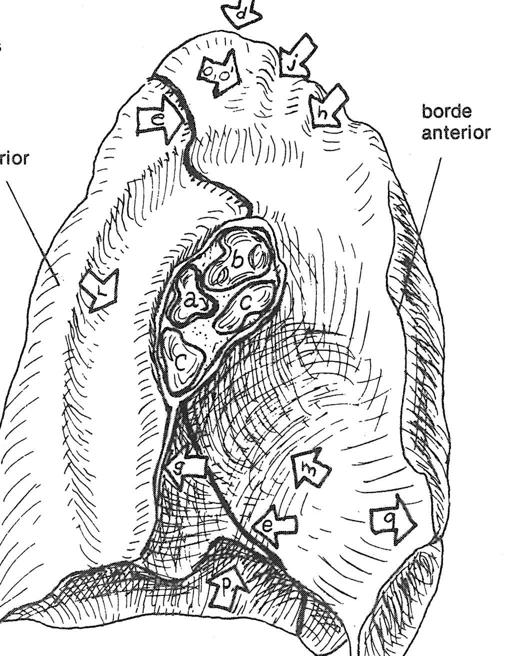
SURCOS HECHOS POR:

V. BRAQUIOCEFÁLICA h
VENA CAVA SUPERIOR i
A. SUBCLAVIA j
VENA ÁCIGOS k
AORTA l
CORAZÓN m (IMPRESIÓN CARDIACA) m
VENA CAVA INFERIOR n
TRÁQUEA o Y ESÓFAGO o'
SUPERFICIE DIAFRAGMÁTICA p
ESCOTADURA CARDIACA q

Los pulmones son estructuras ligeras, esponjosas que abrazan al mediastino en sus caras laterales (véase la lámina 49 sobre el mediastino). Los pulmones son muy impresionables, y los tomados de cadáveres tienen varios surcos y cavidades creadas por las estructuras mediastinales adyacentes. Note, en ambos pulmones, el hilio pulmonar, donde los *vasos pulmonares* y *bronquios* salen y entran al pulmón y relacione estas áreas con los diagramas que muestran las caras laterales del mediastino. Los *ligamentos pulmonares* representan el doblez (reflexión) de la pleura visceral al transformarse en pleura parietal. En el pulmón derecho (diagrama superior derecho) deben notarse la *vena ácigos* arqueándose sobre el hilio pulmonar, la *vena cava inferior* subiendo hacia la aurícula derecha y la gran concavidad para el corazón (m). En el pulmón izquierdo (diagramas inferiores) relacione el arco de la aorta con la impresión marcada en el pulmón (l). Note cómo la base de ambos pulmones descansa en el *diafragma*. Al estudiar estas impresiones en la superficie mediastinal de los pulmones, usted será capaz de apreciar las relaciones entre las estructuras dentro de la cavidad torácica.



CARA LATERAL IZQUIERDA DEL MEDIASTINO



PULMÓN IZQUIERDO SUPERFICIE MEDIASTINAL

véanse también 14, 27, 29, 70

APARATO RESPIRATORIO
MECÁNICA DE LA RESPIRACIÓN*

NC 5

1. Ilumine los músculos intercostales externos y las flechas que indican la dirección de su acción muscular. Ilumine las flechas que indican la dirección del movimiento de la caja torácica de color gris (*). Haga lo mismo con los músculos intercostales internos.
2. Ilumine el esquema inferior que indica la expansión del tórax durante la inspiración.

INSPIRACIÓN:*

MÚSCULOS INTERCOSTALES EXTERNOS a

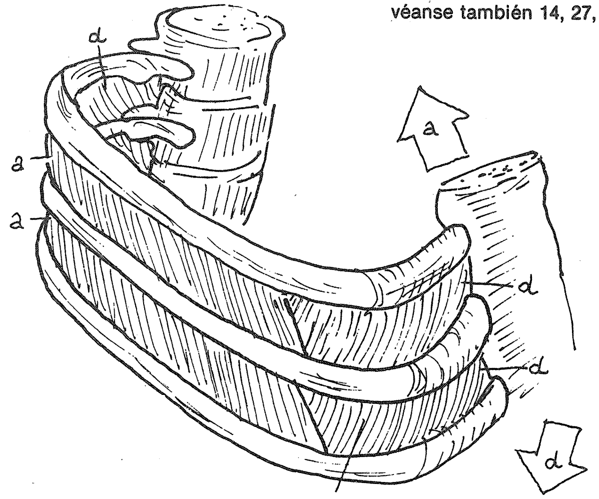
DIAFRAGMA: INSPIRACIÓN b /EXPIRACIÓN b'

TÓRAX EN EXPANSIÓN c

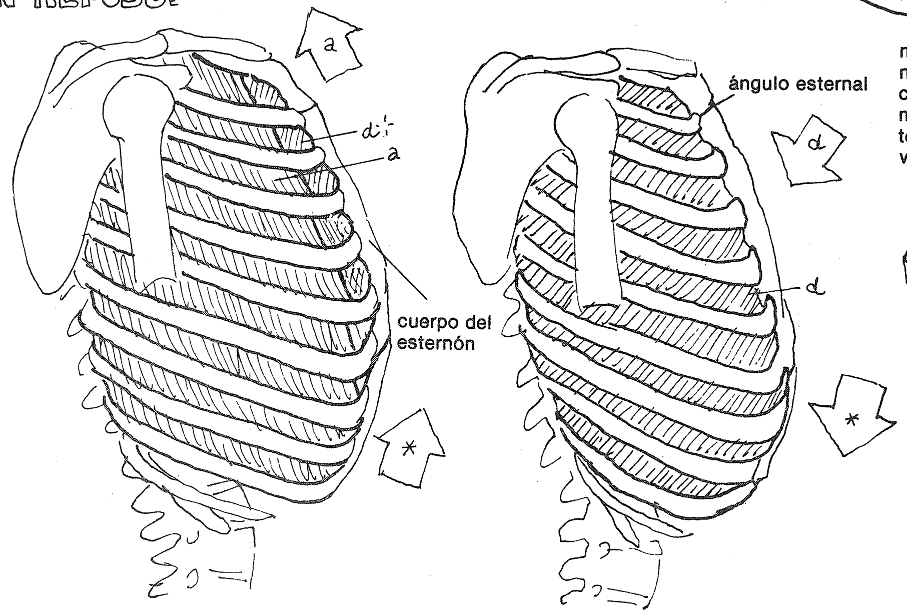
EXPIRACIÓN:*

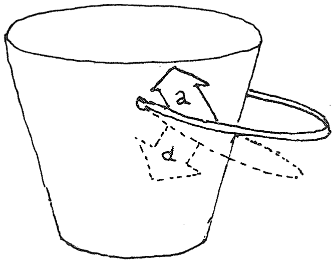
MÚSCULOS INTERCOSTALES INTERNOS d

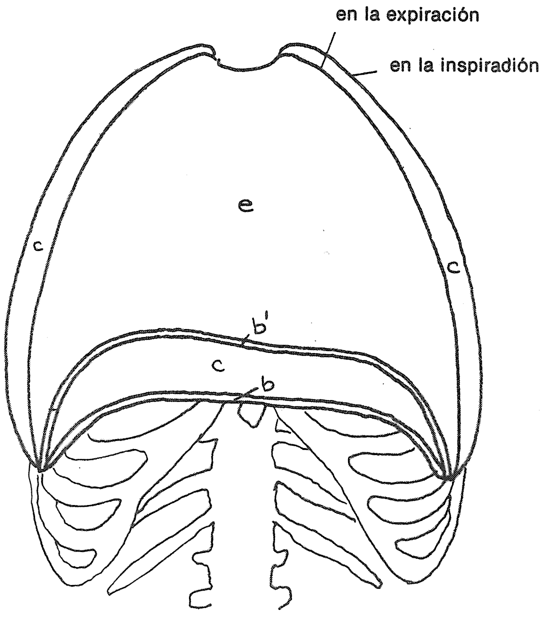
TÓRAX EN REPOSO e



membrana intercostal externa (translúcida) que se encuentra por encima de los músculos intercostales internos los cuales pueden verse a través de ella.







La respiración es un fenómeno pasivo basado en el principio de que la presión y el volumen son inversamente proporcionales; lo que quiere decir que cuando uno aumenta, el otro disminuye. En el caso del tórax, al aumentar el tamaño o volumen de la cavidad torácica, la presión dentro de ella disminuye. Los pulmones se encuentran dentro de la cavidad torácica y por lo tanto están expuestos al mismo principio. Sus espacios aéreos se encuentran abiertos al exterior a través de los bronquios, tráquea, etc. Cuando la presión dentro de los pulmones cae debido a la expansión del tórax, lo hace con relación a la presión del aire exterior. Así pues, tenemos dos áreas de presiones desiguales conectadas por tubos (bronquios, tráquea, etc.).El aire de la zona de mayor presión difundirá inmediatamente a la de menor presión; más específicamente, el aire de la atmósfera fuera de la nariz será jalada hacia los tubos respiratorios hasta los espacios aéreos pulmonares. Esto se llama *inspiración*. De manera inversa, al disminuir el volumen del tórax, la presión dentro de los pulmones aumentará momentáneamente en relación al aire exterior y el aire se expulsará a través de los pasajes respiratorios hacia el exterior. Esto es la *expiración*.

El diafragma es el responsable del 75 por ciento del esfuerzo respiratorio. Cuando se contrae, se aplana, aumentando las dimensiones verticales del tórax. Cuando se relaja, es empujado hacia arriba por los órganos abdominales que se encuentran por debajo de él, tomando una forma de cúpula, disminuyendo así las dimensiones verticales del tórax. Los *músculos intercostales externos*, en contracción jalan hacia arriba las costillas inferiores. La primera costilla está fija. Debido a que la caja torácica es más ancha en su porción inferior, el *tórax se expande* hacia los lados cuando se levanta. Conforme las costillas se elevan, el cuerpo del esternón se va hacia adelante a nivel del ángulo del esternón aumentando así las dimensiones anteroposteriores del tórax. La acción del asa de una cubeta demuestra como la acción en bisagra del esternón a nivel del ángulo aumentan las dimensiones anteroposteriores. El asa está más alejada de la cubeta cuando se encuentra en posición horizontal; conforme se baja el asa se acerca más a la cubeta; así pues, conforme la parrilla costal desciende, el esternón se mueve hacia adentro (se reduce la dimensión anteroposterior); y conforme la parrilla costal se eleva el esternón se mueve hacia afuera y las dimensiones anteroposteriores aumentan. El efecto total de aumentar las dimensiones es el aumentar el volumen torácico y bajar la presión dentro (inspiración). La elasticidad de los pulmones y la acción de ciertas partes de los *músculos intercostales internos* (que actúan jalando hacia abajo las costillas) crean una disminución del volumen torácico y un aumento de presión (expiración).

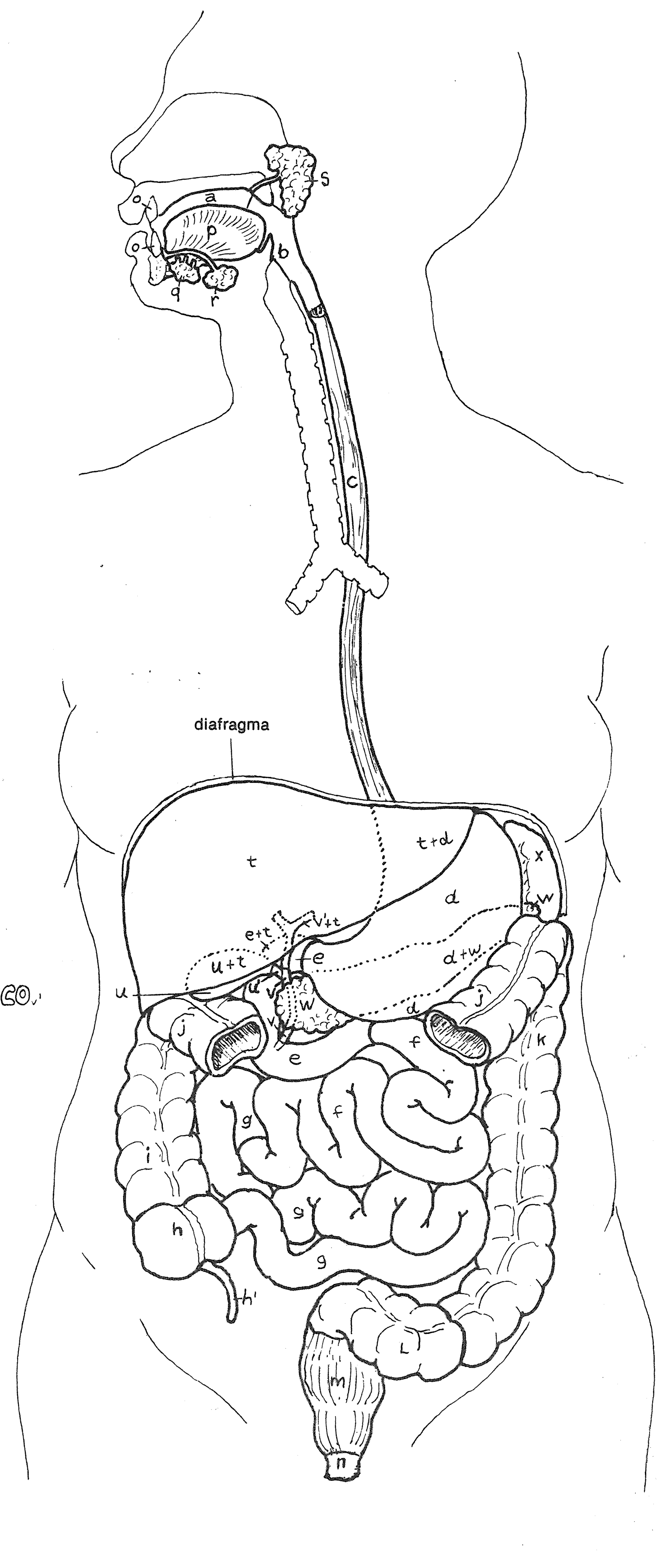
APARATO DIGESTIVO
ESQUEMA DEL APARATO *

NC ?
1. Empiece a iluminar desde la cavidad oral. Cuando llegue al estómago, ilumínelo completamente (incluyendo las áreas t + d, w + d). Cuando coloree el hígado, hágalo en forma completa, notando las áreas sobrepuestas (t + d, etc.). Estas áreas deben iluminarse con los dos colores.

CANAL ALIMENTARIO *
- CAVIDAD ORAL a
- FARINGE b
- ESÓFAGO c
- ESTÓMAGO d
- INTESTINO DELGADO: *
  - DUODENO e
  - YEYUNO f
  - ÍLEON g
- INTESTINO GRUESO: *
  - CIEGO h
    - APÉNDICE VERMIFORME h'
  - COLON ASCENDENTE i
  - COLON TRANSVERSO j
  - COLON DESCENDENTE k
  - COLON SIGMOIDES l
  - RECTO m
  - CANAL ANAL n

ÓRGANOS ACCESORIOS *
- DIENTES o
- LENGUA p
- GLÁNDULAS SALIVALES: *
  - SUBLINGUAL q
  - SUBMAXILAR r
  - PARÓTIDA s
- HÍGADO t
- VESÍCULA BILIAR u /CONDUCTO CÍSTICO u'
- CONDUCTO BILIAR COMÚN v /CONDUCTO HEPÁTICO v'
- PÁNCREAS w
- BAZO x

El aparato digestivo está constituido por el *canal alimentario* con *órganos accesorios*. El canal empieza con la *cavidad oral* y se continúa hasta el *canal anal*. Las glándulas principales (hígado, páncreas) tienen conductos que se abren al canal alimentario. La principal función de este canal y sus órganos asociados es la de preparar los alimentos ingeridos para que sean absorbidos por las células de revestimiento y los capilares, tanto sanguíneos como linfáticos. En la boca, los *dientes* y la *lengua* pulverizan los alimentos con la ayuda de las secreciones de las *glándulas salivales* y de las secreciones de miles de glándulas mucosas que se encuentran en la mucosa de las cavidades oral y faríngea. El siguiente paso de digestión química y mecánica ocurre en el *estómago* y continúa a través del *intestino delgado*. En el *intestino grueso* sólo se absorben el agua, minerales y ciertas vitaminas. Una vez absorbidos, los nutrientes son transportados al hígado por el sistema porta hepático donde muchos de ellos son alterados, almacenados o enviados a la circulación a través de las venas hepáticas. Los nutrientes son recobrados por las células corporales en la circulación capilar o por difusión. Nótese que el canal —desde la boca hasta el ano— no es una parte verdadera del medio interno sino que simplemente es una invaginación en forma de tubo que corre desde el exterior en la boca hasta el exterior en el ano. Como el hoyo de una dona, el canal es continuo con la superficie externa del cuerpo. Nótese que un segmento de la estructura j no se muestra.



APARATO DIGESTIVO
LA BOCA*
LA LENGUA*

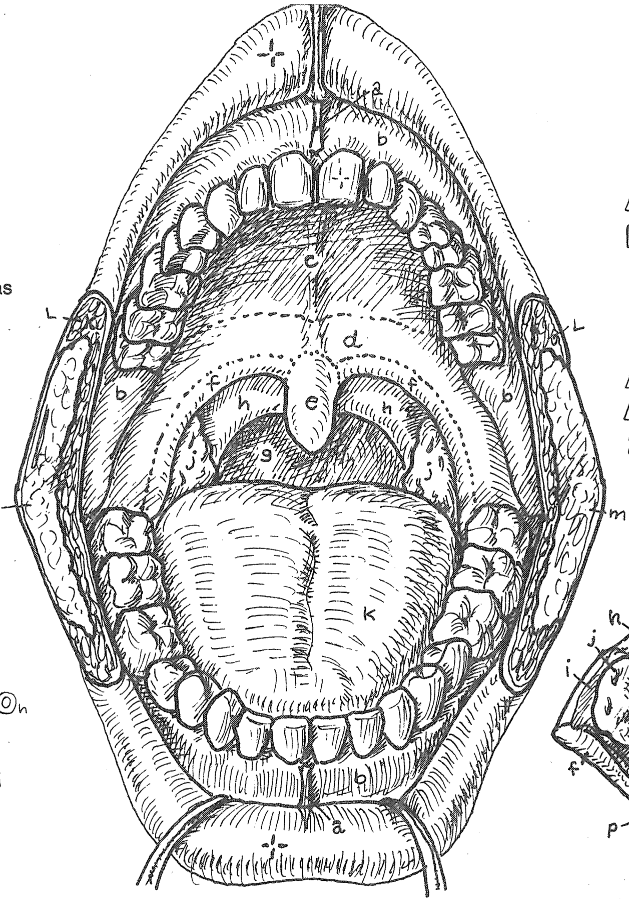
LÁMINA 79

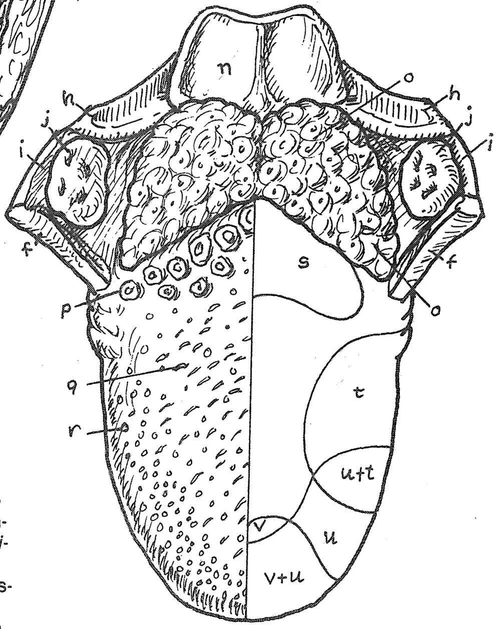
véanse también 11, 12, 25, 142

NC ?
1. Utilice los mismos colores que utilizó en la lámina 78 para las glándulas salivales de abajo (a-c), aunque tengan letras de identificación diferentes.
2. No es necesario colorear todas las papilas de q y r. No ilumine los dientes.

FRENILLO DEL LABIO$_a$
ENCÍAS$_b$
PALADAR DURO$_c$
PALADAR BLANDO$_d$
  ÚVULA$_e$
  ARCO
    PALATOGLOSAL$_f$
FARINGE ORAL$_g$
  ARCO PALATOFARÍNGEO$_h$
  FOSA AMIGDALINA$_i$
  AMÍGDALA PALATINA$_j$
LENGUA$_k$
MÚSCULO BUCCINADOR$_L$
GRASA BUCAL$_m$

EPIGLOTIS$_n$
AMÍGDALAS LINGUALES$_o$
PAPILAS$_{*}$
  CALICIFORMES$_p$
  FILIFORMES$_q$
  FUNGIFORMES$_r$
AMARGO$_s$
AGRIO$_t$
SALADO$_u$
DULCE$_v$

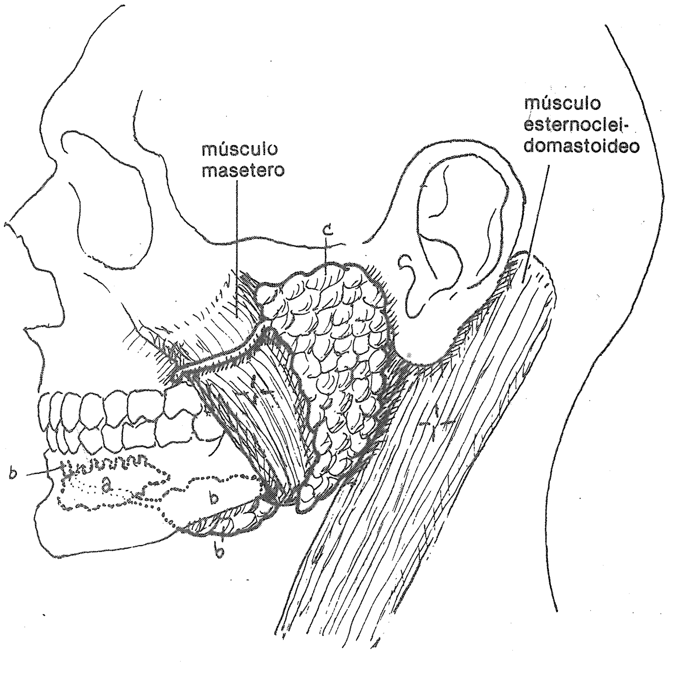




El proceso de digestión se inicia en la cavidad oral (boca). Aquí el alimento ingerido es pulverizado por los molares y cortado o desgarrado por los caninos e incisivos. Los músculos de la masticación operan la mandíbula. El alimento es humedecido por miles de glándulas que se encuentran dentro del tejido mucoso de revestimiento y las *glándulas salivales* (véase más abajo), cuyos conductos se abren hacia la boca. La *lengua*, un órgano muscular revestido de mucosa, es operada por un número de músculos que se originan fuera y dentro de la misma lengua. Las *papilas* en la superficie de la lengua funcionan como un instrumento abrasivo para la primera fase de desintegración del alimento. Los receptores sensoriales del sabor están localizados en las papilas. Estos son, de hecho, receptores químicos que transmiten los estímulos de substancias disueltas. Los estímulos son interpretados por el cerebro como *amargo, agrio, salado o dulce* de acuerdo con los patrones que se muestran a la derecha. Se cree que hay otras áreas de sensibilidad química que no incluyen las papilas gustativas.

A diferencia del *paladar duro*, que está sostenido por hueso, el *paladar blando* se encuentra sotenido por músculo esquelético y juega un papel importante en el proceso de deglución. Las amígdalas *palatina* y *lingual*, junto con las amígdalas faríngeas (no se muestran), rodean la apertura hacia la *faringe*. Estas masas de tejido linfático pueden jugar un papel importante en el desarrollo de procesos de defensa corporal (respuesta inmune) durante los primeros 10 ó 12 años de vida. Sin embargo, las amígdalas palatinas pueden aumentar de tamaño e infectarse a tal grado que sea necesaria su extirpación (amigdalectomía).

GLÁNDULAS SALIVALES*
GLÁNDULA SUBLINGUAL$_a$
GLÁNDULA SUBMAXILAR$_b$
GLÁNDULA PARÓTIDA$_c$



Las glándulas salivales parecen tener un efecto digestivo mínimo (enzimático), pero estos pares de glándulas son muy activas para proporcionar moco y líquido seroso a la boca durante la alimentación. Todas están inervadas por nervios autónomos. Las *glándulas sublinguales* se encuentran justamente por debajo del piso de la boca, en donde se abren sus diferentes conductos. *Las glandúlas submaxilares o submandibulares* se encuentran por debajo de la porción media de la mandíbula y pueden palparse. Sus conductos se abren en la base del frenillo de la lengua (no se muestra) en el piso de la boca. Las *gándulas parótidas* se encuentran por debajo de la piel. Sus conductos se abren a la cavidad oral, cada orificio puede sentirse con la punta de la lengua frente al segundo molar superior. La infección viral de uno o ambos conductos y glándulas se llama parotiditis o paperas.

APARATO DIGESTIVO
DIENTES*

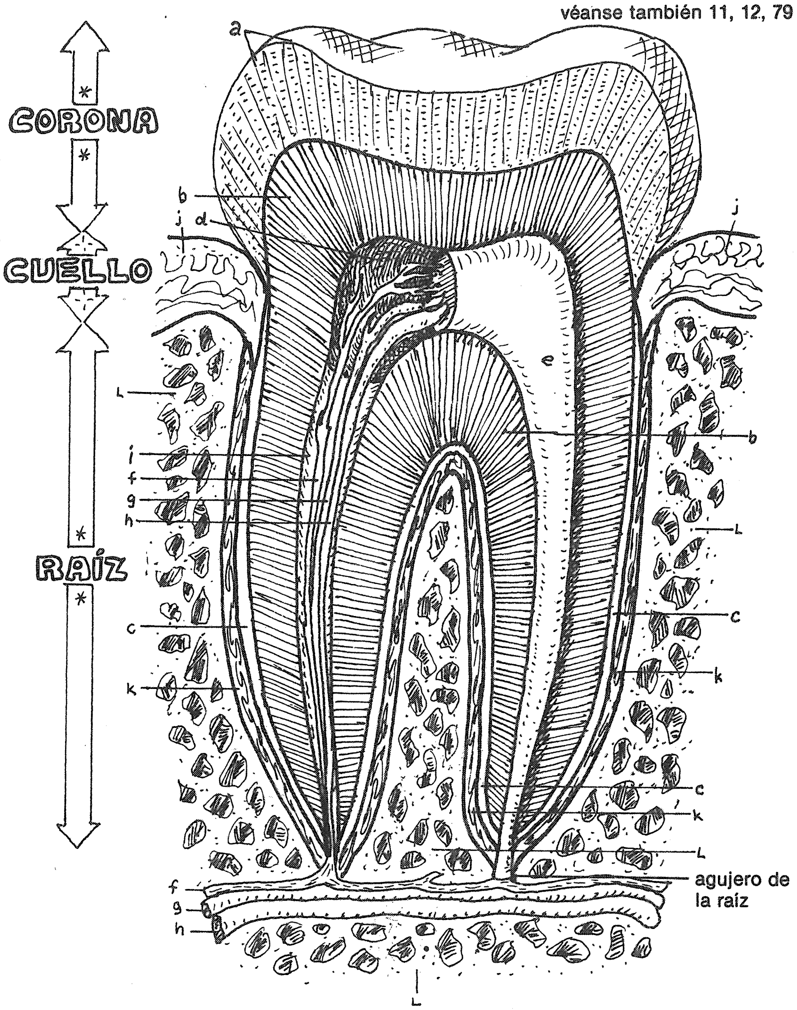
véanse también 11, 12, 79

NC ?

1. Utilice amarillo para el nervio (f), rojo para la arteria (g) y azul para la vena (h).
2. Nótense las flechas verticales a la izquierda del esquema superior. La que se intitula *cuello* debe dejarse en blanco. Es un área de longitud dudosa en donde la raíz del diente (enterrada) se encuentra con la corona (expuesta).
3. Ilumine todos los dientes en la mandíbula y en el paladar de las ilustraciones de abajo.
4. Ilumine j, u-y del mismo color que en la lámina 79, aun cuando tengan diferentes letras de identificación.

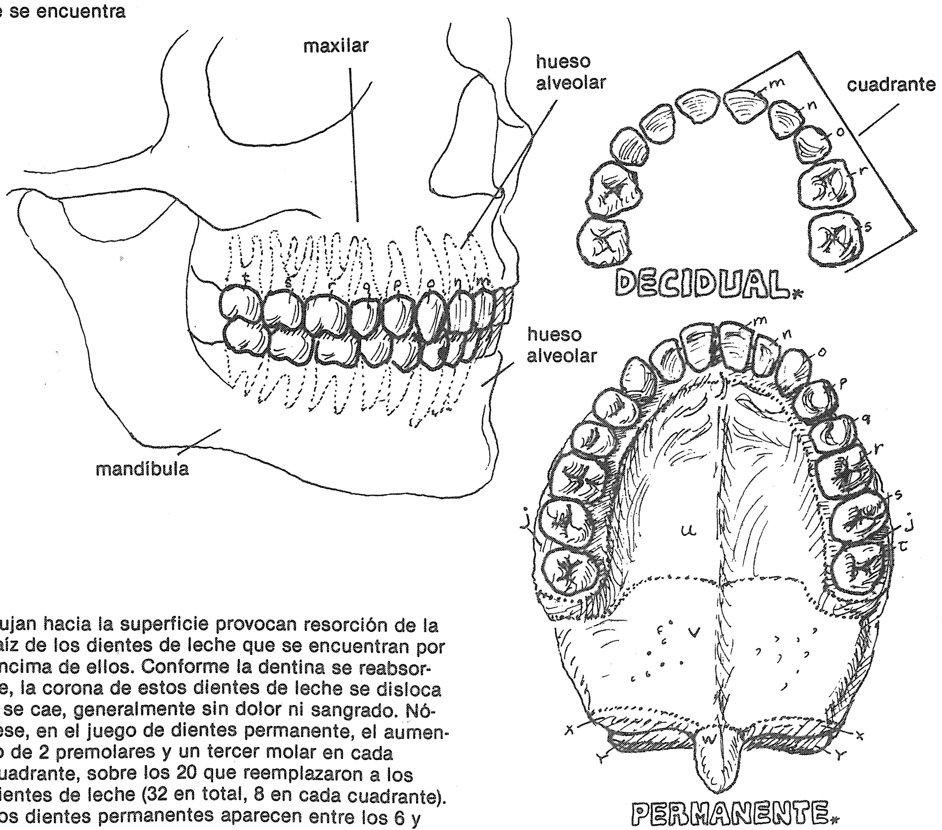
ESMALTE a
DENTINA b
CEMENTO c
CAVIDAD PULPAR d
PULPA e
NERVIO f ARTERIA g VENA h
CANAL DE LA RAÍZ i
ENCÍA j
MEMBRANA PERIODONTAL k
HUESO ALVEOLAR L

Un *diente* es una estructura hueca de *dentina* sensible llena de *pulpa*, recubierta de *esmalte* insensible que se proyecta por encima de las *encías*, enterrado dentro de una cuenca (alveolo) de la mandíbula o el maxilar y asegurada al hueso recubierto *periodontal* por medio de *cemento*. La dentina es un material amarillo parecido a hueso, con un 70 por ciento de su peso en minerales. Se secreta en forma tubular por células que recubren la cavidad pulpar adyacente a la dentina. El esmalte, la substancia más dura del organismo, recubre la corona del diente y es más grueso (alrededor de 1.5 mm) en la superficie masticatoria. Constituido por un 99 por ciento de mineral, el esmalte consiste en barras circulares ordenadas en un patrón ondulado y rellenas de cristales minerales como los que se encuentran en el hueso. Las células que secretan el esmalte orgánico (que posteriormente se mineraliza) se gastan al brotar el diente y quedar expuestas. La cavidad pulpar está llena de tejido conectivo embrionario, mismo que sostiene los *nervios y vasos* que irrigan al diente. En el agujero de la raíz, la pulpa se continúa con la membrana periodontal. La encía, parte de la membrana mucosa de la boca, está firmemente anclada al periostio del hueso alveolar que se encuentra por debajo.



INCISIVO CENTRAL m
INCISIVO LATERAL n
CANINO o
PRIMER PREMOLAR p
SEGUNDO PREMOLAR q
PRIMER MOLAR r
SEGUNDO MOLAR s
TERCER MOLAR (DEL JUICIO) t
PALADAR DURO u
VELO DEL PALADAR v
ÚVULA w
ARCO PALATOGLOSAL x
ARCO PALATOFARÍNGEO y

Durante la vida se desarrollan dos juegos de dientes (dentición). La primera, *dientes deciduales* (de leche) hacen erupción entre los 6 y los 36 meses: 10 en la arcada inferior y 10 en la superior. Cada clase de diente se desarrolla en ambos lados, así, en la dentición de leche hay 5 diferentes tipos de diente: 2 *incisivos*, 1 *canino*, 2 *molares*. En lo profundo del hueso de ambas mandíbulas, se desarrolla la dentición *permanente*, con 12 dientes adicionales que no tienen predecesores deciduales. Conforme estos dientes permanentes empujan hacia la superficie provocan resorción de la raíz de los dientes de leche que se encuentran por encima de ellos. Conforme la dentina se reabsorbe, la corona de estos dientes de leche se disloca y se cae, generalmente sin dolor ni sangrado. Nótese, en el juego de dientes permanente, el aumento de 2 premolares y un tercer molar en cada cuadrante, sobre los 20 que reemplazaron a los dientes de leche (32 en total, 8 en cada cuadrante). Los dientes permanentes aparecen entre los 6 y los 21 años.



APARATO DIGESTIVO
FARINGE Y ESÓFAGO*

véanse también 26, 73, 78, 79

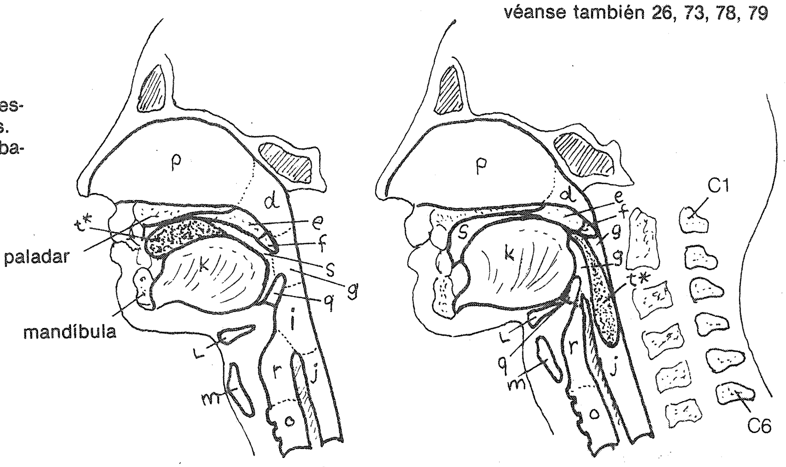
NC 20
1. Ilumine simultáneamente las tres ilustraciones inferiores.
2. Las regiones de la faringe (d, g y j) en la ilustración inferior del centro deben ser iluminadas para dar un cuadro más claro de las relaciones de estas divisiones arbitrarias descriptivas a las estructuras musculares reales.
3. Utilice un gris obscuro para el bolo alimenticio (t), y siga el texto de abajo cuidadosamente cuando ilumine la descripción del proceso de deglución.

PARED DE LA FARINGE*
CONSTRICTOR SUPERIOR a
CONSTRICTOR MEDIO b
CONSTRICTOR INFERIOR c

INTERIOR DE LA FARINGE*
NASOFARINGE d
VELO DEL PALADAR e
ÚVULA f
OROFARINGE g
AMÍGDALA PALATINA h
LARINGOFARINGE i

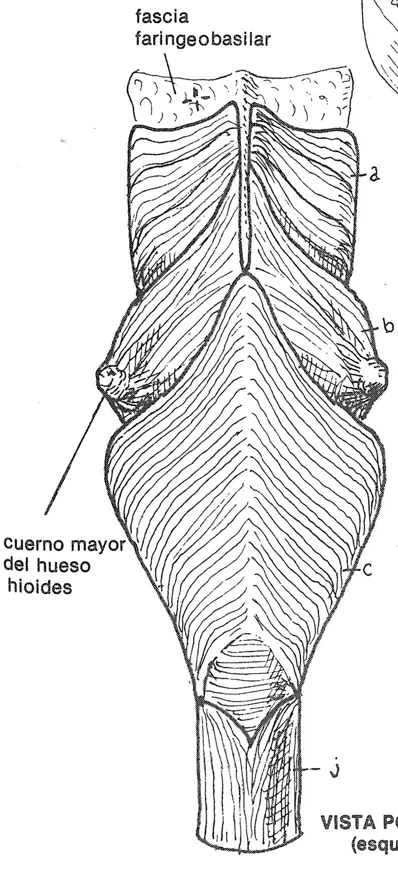
ESÓFAGO j

ESTRUCTURAS RELACIONADAS*
LENGUA k
HUESO HIOIDES L
CARTÍLAGO TIROIDES m
CARTÍLAGO CRICOIDES n Y M n'
TRÁQUEA o
CAVIDAD NASAL p
EPIGLOTIS q
LARINGE r

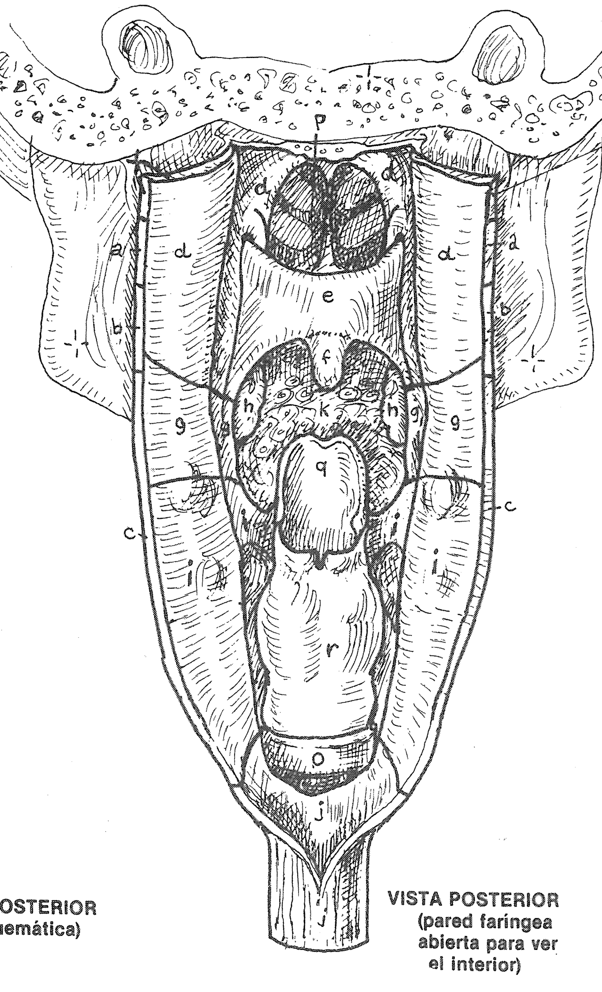


DEGLUCIÓN (TRAGAR)*
CAVIDAD ORAL s
BOLO ALIMENTICIO t*

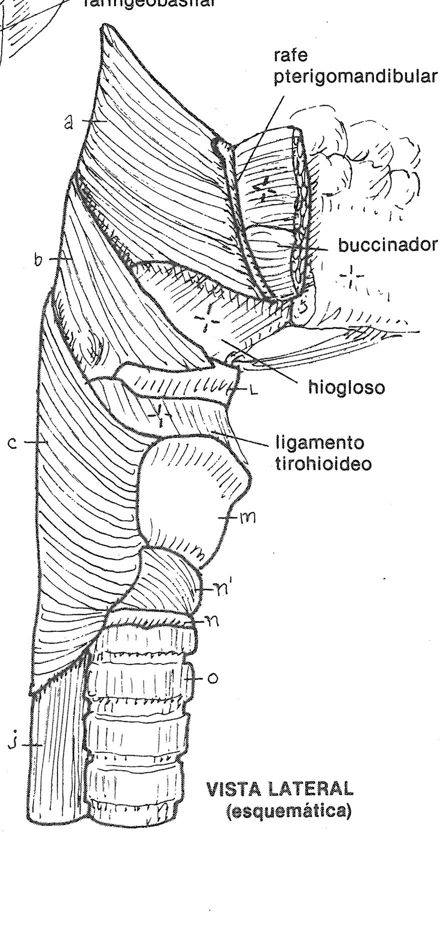
La *faringe* es un saco fibromuscular complejo, recubierto de mucosa, unido por arriba a la base del cráneo por una fascia, a las seis vértebras cervicales superiores, abierto a la cavidad nasal en la parte superior, a la cavidad oral por el frente y hacia abajo abierto al esófago. Es un pasaje, tanto para el aire como para el alimento, y resulta de importancia vital que este último encuentre el tubo correcto. Una partícula de alimento que trate de entrar a la laringe iniciará un conjunto de accesos violentos de tos para tratar de sacar esa partícula fuera del árbol respiratorio. La *deglución* puede dividirse en tres fases rápidamente sucesivas: la movilización del alimento de la cavidad oral hacia la *orofaringe*, movilización del alimento de la orofaringe evitando la laringe y la movilización del alimento hacia el *esófago*. En la primera fase, la *lengua* se levanta contra el paladar, los arcos palatoglosales se cierran y el alimento es forzado hacia atrás hacia la orofaringe. Casi simultáneamente, la segunda fase ocurre: elevación del *paladar blando* y contracción de los músculos *constrictores superiores* para cerrar la nasofaringe, cierre de la entrada de la laringe por medio de la elevación del hueso *hiodes* y del *cartílago tiroides* y cierre de los pliegues laterales de la porción superior de la laringe. En la tercera fase, el alimento es forzado hacia abajo por detrás y a lo largo de la *laringe*. El acortamiento de la faringe y la contracción del músculo constrictor inferior introduce el alimento al esófago.



VISTA POSTERIOR
(esquemática)



VISTA POSTERIOR
(pared faríngea abierta para ver el interior)



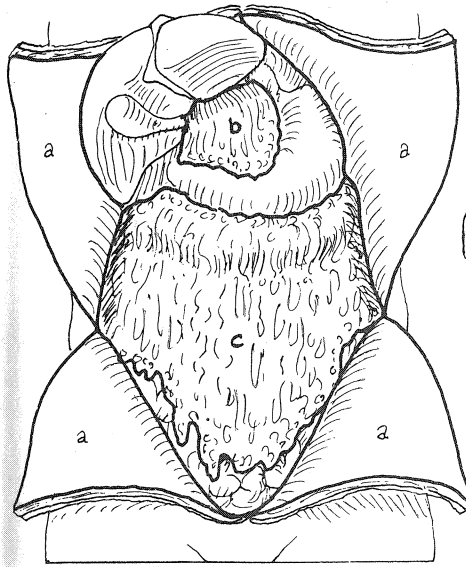
VISTA LATERAL
(esquemática)

véanse también 49, 75, 78

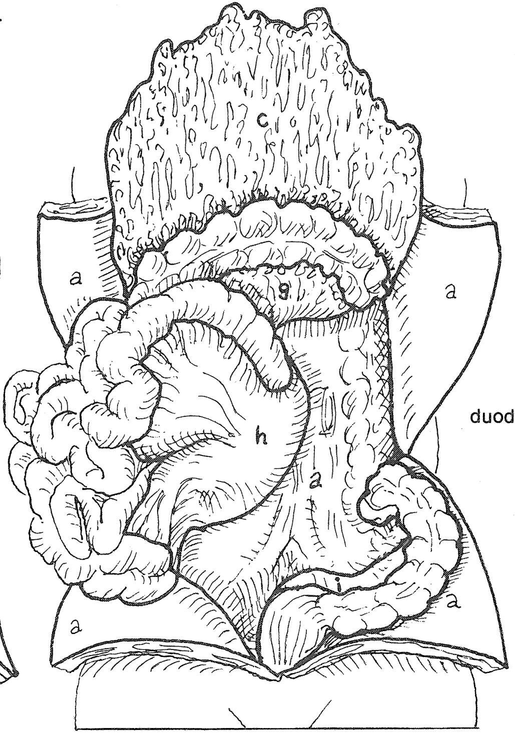
APARATO DIGESTIVO
PERITONEO*

NC 14

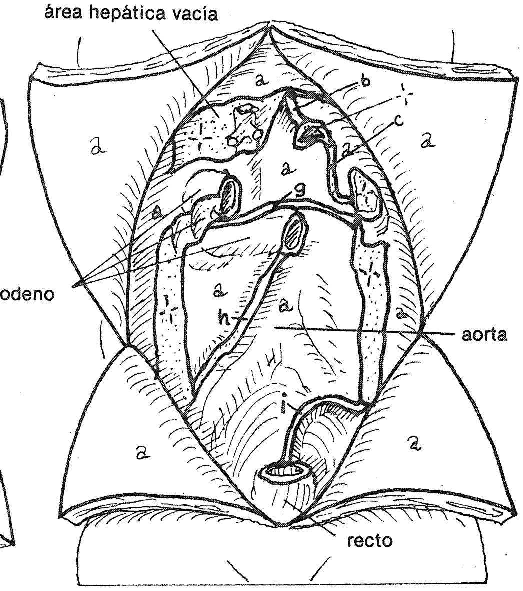
1. Empiece iluminando la ilustración de la izquierda y prosiga hacia la derecha. Note que los órganos digestivos deben dejarse en blanco en los 3 esquemas superiores, aún cuando en realidad se encuentran cubiertos por el peritoneo visceral. Se recomienda un color pálido para el peritoneo parietal (a).
2. En el esquema de la derecha, las áreas punteadas deben dejarse sin iluminar.
3. En el esquema inferior, los órganos digestivos (d, e, f, j, l, t, w) deben ser iluminados con los mismos colores que se utilizaron en la lámina 78 (las letras para estos órganos son las mismas en ambas láminas). Las delgadas capas de peritoneo visceral que envuelven estos órganos deben llevar el mismo color que los propios órganos. Nótese que estas capas de peritoneo visceral se continúan con el peritoneo parietal (a) o los mesenterios u omentos.
4. La bursa omentalis o transcavidad de los epiplones (*) debe ser dibujada con un gris más obscuro que el utilizado para la cavidad peritoneal (*). La bolsa no debe extenderse más allá de la línea punteada.
5. Ilumine la aorta y sus ramas de color rojo en la ilustración inferior.



El estómago está suspendido por el *omento menor* o epiplón menor y tiene una movilidad considerable. El *omento mayor* o epiplón mayor, que conecta el estómago al colon transverso (así como al bazo y al diafragma, no se muestra), descansa sobre las vísceras abdominales como un mandil.



Aquí el omento mayor o epiplón mayor y el estómago han sido levantados para exponer el *mesocolon transverso* (mesenterio que suspende al colon transverso) y el *mesenterio común* (que suspende la mayor parte del intestino delgado) así como el *mesocolon sigmoideo* que suspende al colon sigmoides). El resto del intestino, delgado y grueso, queda detrás del *peritoneo parietal*.



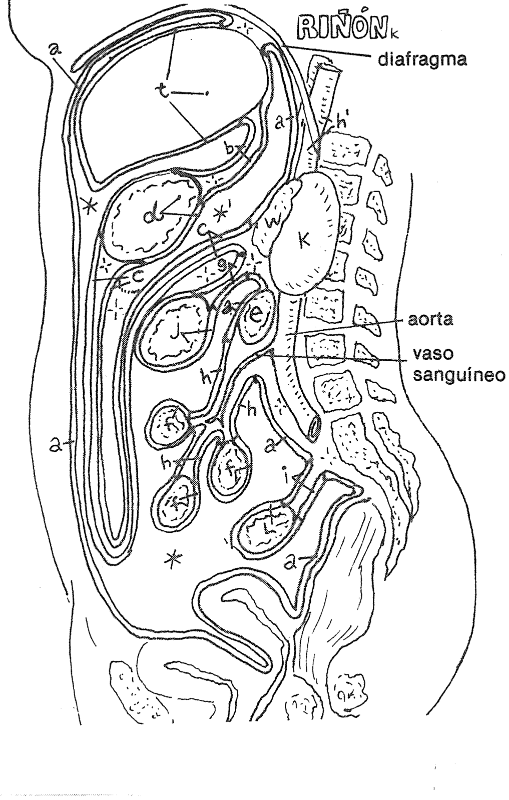
Aquí todas las estructuras vistas previamente han sido disecadas para mostrar el peritoneo parietal que descansa sobre el duodeno, la aorta abdominal, etc. Este peritoneo también cubre el colon ascendente y descendente, el cual ha sido removido para mostrar las áreas (punteadas) que se encuentran detrás de ellos y que no se hallan cubiertas por el peritoneo. También se muestran las raíces de los mesenterios (cortados) (b, c, g, h, i).

PERITONEO PARIETAL$_{a}$
OMENTO MENOR$_{b}$
OMENTO MAYOR$_{c}$
MESOCOLON TRANSVERSO$_{g}$
MESENTERIO$_{h}$
MESOCOLON SIGMOIDEO$_{i}$

Semejante en características a los sacos pericárdico y pleural, que usted probablemente ya iluminó, el peritoneo es un saco cerrado y virtualmente vacío que recubre la pared abdominal, el diafragma y que descansa sobre las vísceras pélvicas (*peritoneo parietal*). Al voltear hacia adentro, el peritoneo abarca un número de órganos viscerales (*peritoneo visceral*), suspendiéndolos en ciertos casos de la pared del cuerpo por un pliegue de peritoneo (*mesenterio*) (vea g y h). En otros casos el órgano está suspendido por un pliegue del peritoneo de otro órgano (*omento, ligamento*) como en b y c. Y en otros aún, el órgano puede estar presionado contra la pared posterior del cuerpo por una capa de peritoneo parietal (véanse las estructuras e y w en el esquema inferior). Dichas estructuras se denominan *retroperitoneales*. Una capa de peritoneo parietal o visceral consta de una sola capa de células epiteliales secretorias de tipo escamoso o cuboidal reforzado por otra capa delgada de tejido conectivo. Necesariamente, los mesenterios, omentos o ligamentos son de dos capas. En el esquema inferior, nótese que el omento mayor consiste, de hecho, en cuatro capas.

El peritoneo es una membrana serosa que secreta un líquido que permite a las vísceras abdominales resbalar una sobre la otra en sus frecuentes movimientos de contorsión. Las vísceras se encuentran apretadas unas contra otras dentro de la cavidad abdominal y la torción o atrapamiento de un órgano podría significar estrangulación del aporte sanguíneo y por lo tanto un problema muy serio. Felizmente este es un caso muy raro excepto ocasionalmente en algunos recién nacidos y en aquellas personas que tienen adherencias (vísceras pegadas) después de cirugía abdominal. Los vasos y nervios que van a las vísceras abdominales emergen de sus raíces en la pared abdominal posterior, pasan entre los mesenterios (entre las capas, como se muestra en el dibujo inferior) y los omentos hasta llegar al órgano que nutren. Las capas de peritoneo están invioladas; nada pasa a través de ellas; sólo por detrás o entre ellas. Nótese la gran cavidad que se encuentra detrás del estómago en el esquema inferior es la *bursa omentalis o trascavidad de los epiplones*, que es un saco que se forma por la rotación del estómago durante la vida fetal. Esta cavidad se encuentra abierta en el lado derecho justo por detrás del omento menor o epiplón menor (no se muestra la apertura). Cuando se encuentra alguien en posición supina, los líquidos que se difunden de los vasos hacia la cavidad peritoneal (en ciertos estados de enfermedad) se colectan a menudo aquí.

CAVIDAD PERITONEAL*
BURSA OMENTALIS*'
RIÑÓN$_{k}$



véanse también 58, 64, 78, 82

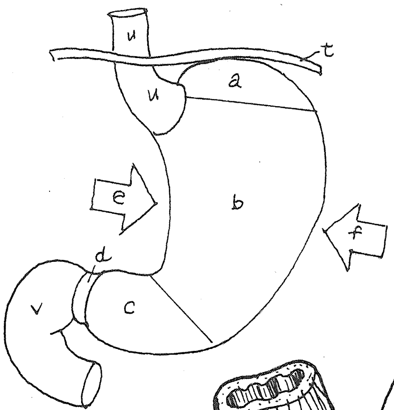
APARATO DIGESTIVO
EL ESTÓMAGO*

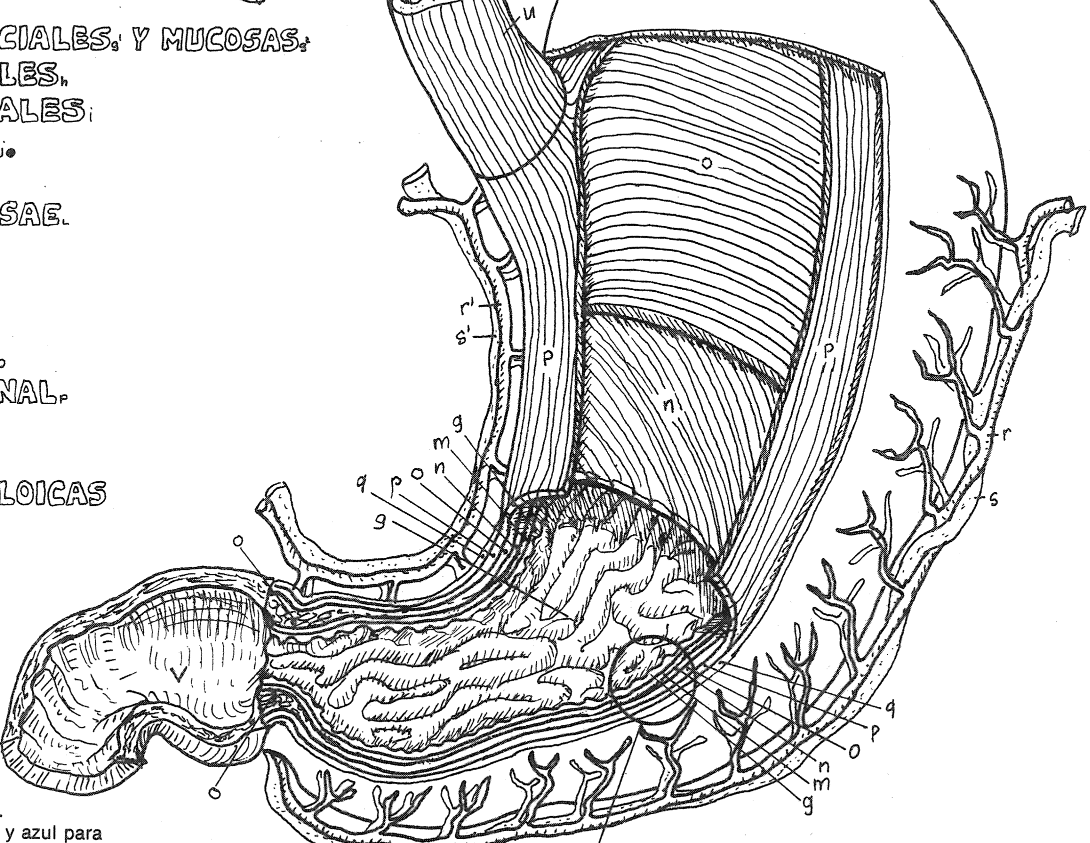
FONDO$_{a}$
CUERPO$_{b}$
PÍLORO$_{c}$
ESFÍNTER PILÓRICO$_{d}$
CURVATURA MENOR$_{e}$
CURVATURA MAYOR$_{f}$
PLIEGUES$_{g}$

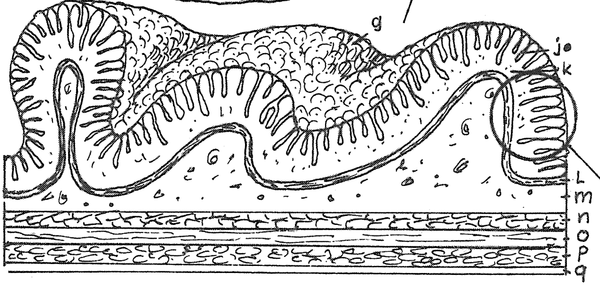
MUCOSA GÁSTRICA•
CAPA EPITELIAL*
CÉLULAS SUPERFICIALES$_{g'}$ Y MUCOSAS$_{g^2}$
CÉLULAS PARIETALES$_{h}$
CÉLULAS PRINCIPALES$_{i}$
CRIPTA GÁSTRICA$_{j}$•
LÁMINA PROPIA$_{k}$
MUSCULARIS MUCOSAE$_{L}$

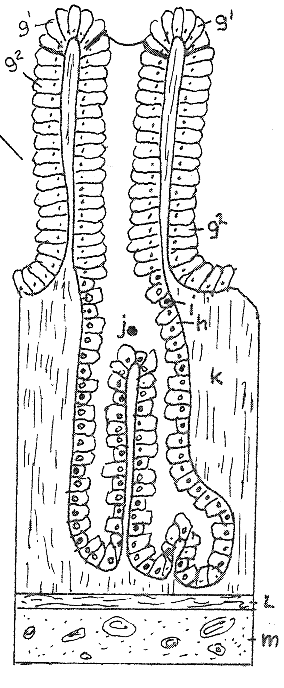
SUBMUCOSA$_{m}$
MÚSCULO OBLICUO$_{n}$
MÚSCULO CIRCULAR$_{o}$
MÚSCULO LONGITUDINAL$_{p}$
SEROSA$_{q}$

A.$_{r}$ Y V.$_{s}$ GASTROEPIPLOICAS
A.$_{r'}$ Y V.$_{s'}$ GÁSTRICAS
DIAFRAGMA$_{t}$
ESÓFAGO$_{u}$
DUODENO$_{v}$









NC ?

1. Empiece con el diagrama superior.
2. Reserve el rojo para las arterias (r) y azul para las venas (s). Ilumine (q) igual que (d) de la lámina 78.
3. En el esquema mayor, distinga cuidadosamente las diferentes capas de la pared gástrica. Nótese que la capa muscular interna que debe iluminarse a ambos lados del píloro es, en parte, músculo oblicuo el cual termina como se muestra. La capa interna continua, el músculo circular, se vuelve bastante grueso a nivel del esfínter pilórico.
4. Ilumine los dos diagramas inferiores simultáneamente. Nótese que los pliegues (g) llevan el mismo color que las células epiteliales (g ') que constituyen su superficie.

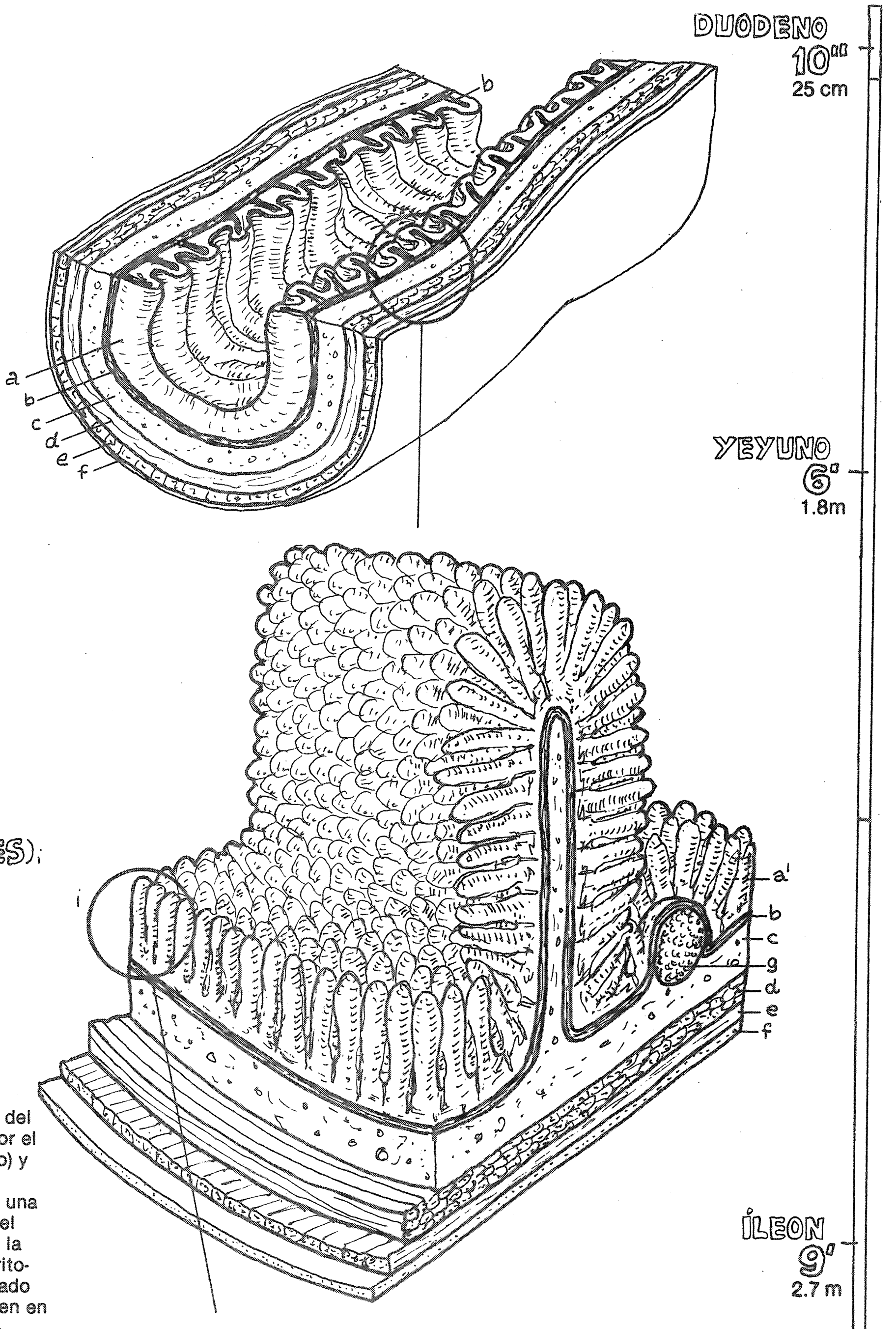
El *estómago* es la primera parte del tracto gastrointestinal. Suspendido del hígado y del diafragma por el epiplón elástico, el estómago almacena el alimento ingerido y lo prepara para un tratamiento posterior en el intestino delgado. Al tiempo que el *esfínter pilórico* se relaja, el alimento, una vez que se mezcla, es sacado hacia el *duodeno*. La digestión (desintegración de los alimentos) ocurre mecánica y enzimáticamente. Las ondas de contracción en el músculo liso (peristalsis) en la *muscularis mucosae* y las *capas externas de músculo* (en donde las fibras musculares se encuentran orientadas en tres diferentes direcciones) crean una acción de agitador en las *criptas gástricas* y en los *pliegues* de una manera similar a la acción de una lavadora automática. Como resultado, las moléculas de cadena larga se rompen en componentes de menor tamaño. La proteína específicamente, se rompe en unidades más pequeñas por la acción de la pepsina secretada por las *células principales* en la forma de pepsinógeno. Activados por el ácido clorhídrico secretado por las *células parietales*, la pepsina y otras enzimas conforman el jugo gástrico que tendría un efecto corrosivo en la superficie de la mucosa, si no fuera por el moco secretado por las células *epiteliales* superficiales y las células mucosas del cuello. Casi no se lleva a cabo absorción a nivel gástrico, excepto por compuestos fácilmente solubles y de cadena relativamente corta. El estómago también secreta un compuesto azucar-proteínico (factor intrínseco), que está relacionado con la absorción de la vitamina B_{12} en el intestino delgado. La vitamina B_{12} es vital para el desarrollo adecuado de los glóbulos rojos sanguíneos. La actividad gástrica está influenciada por hormonas gastrointestinales y por los nervios vagos (X par craneal).

Nótese que los pliegues son capas de mucosa plegada y arrugada. La mucosa es el recubrimiento del tracto digestivo y está relacionada directamente con la actividad digestiva (capa epitelial, lámina propia y muscularis mucosae).

APARATO DIGESTIVO
INTESTINO DELGADO: DUODENO, YEYUNO, ÍLEON

LÁMINA 84
véanse también 58, 64, 78, 82, 83

NC 13
1. Los colores rojo, azul y verde se recomiendan para la arteria (l) vena (m) y el linfático (k), respectivamente.
2. Ilumine los títulos de duodeno, yeyuno e íleon, las dimensiones verticales (extrema derecha) y el diagrama de estas estructuras que se encuentra en la esquina inferior derecha, con los mismos colores que utilizó en la lámina 78.
3. Las dimensiones que se citan son las consideradas como promedio en los reportes (de 2-9 m de longitud en el intestino delgado).
4. Ilumine (b-e) del mismo modo que en la lámina 83 en la cual tenían diferente letra de identificación. Ilumine (f) del mismo color que el que utilizó para el yeyuno.

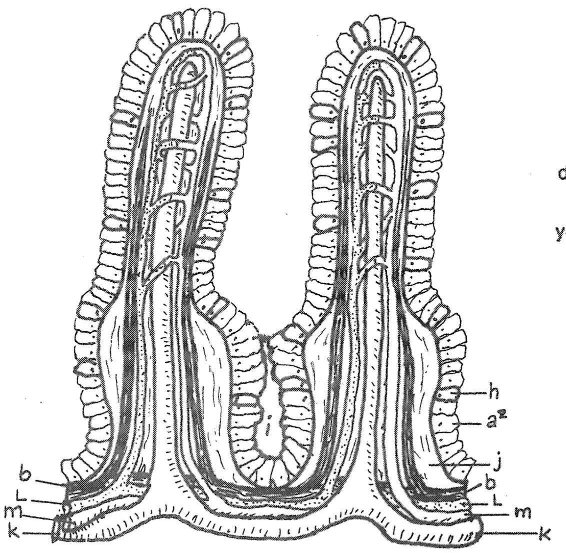


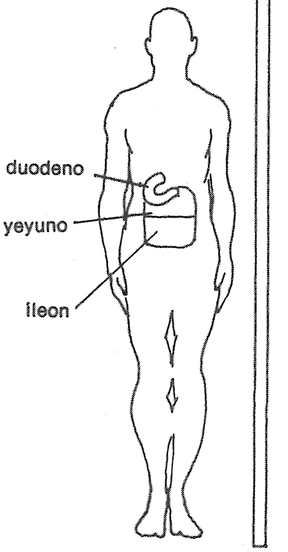
PARED INTESTINAL$_*$
PLIEGUES CIRCULARES$_a$ CON
VELLOSIDADES$_{a^1}$
MUSCULARIS MUCOSAE$_b$
SUBMUCOSA$_c$
MÚSCULO CIRCULAR$_d$
MÚSCULO LONGITUDINAL$_e$
SEROSA$_f$
NÓDULO LINFÁTICO$_g$

MUCOSA (VELLOSIDADES)$_{a^1}$
CÉLULAS DE ABSORCIÓN$_{a^2}$
CÉLULAS CALICIFORMES$_h$
CRIPTAS (GLÁNDULAS INTESTINALES)$_i$
LÁMINA PROPIA$_j$
VASO LINFÁTICO$_k$
ARTERIA$_l$ VENA$_m$

El *intestino delgado* enrollado de manera notoria se inicia en el extremo pilórico del estómago y termina en el ciego del intestino grueso. Se encuentra sostenido elásticamente por el mesenterio común propiamente dicho (excepto el duodeno) y llena la cavidad abdominal dentro del marco del intestino grueso. El *duodeno*, la porción más pequeña y más fija es una estructura en forma de C, se encuentra justo por debajo del hígado en su porción derecha y acoge en su concavidad a la cabeza del páncreas detrás del peritoneo parietal (retroperitoneal). Básicamente, todas las porciones del intestino delgado son similares en su estructura. Las *vellosidades* disminuyen en su frecuencia en el íleon y es raro encontrarlas en las porciones distales del intestino delgado. El intestino delgado recibe alimento parcialmente digerido (quimo) proveniente del estómago y éste lo desintegra aún más mediante digestión mecánica y enzimática con la ayuda de las secreciones del páncreas y del hígado (a través de la vesícula biliar). Esencialmente toda la digestión de los nutrientes, incluyendo las vitaminas, ocurre aquí; además, los nutrientes de dimensiones moleculares se absorben por los *capilares linfáticos y sanguíneos* dentro y alrededor de las vellosidades (se muestra una sección transversal en el dibujo inferior) y transportada al hígado, directa (tributarias del sistema porta hepático) o indirectamente (a través de la cisterna del quilo, conducto torácico, sistema venoso, recirculación al hígado). Los *pliegues circulares* y las vellosidades sirven para aumentar la superficie de absorción; se encuentran en constante movimiento durante la digestión, movimiento creado por la acción de la *muscularis mucosae* y sus contribuciones a las vellosidades y a las *capas musculares* mayores por dentro de la *submucosa*.

En varios lugares a lo largo del intestino delgado, se pueden encontrar *nódulos linfáticos*, a menudo en grupos o placas en el íleon distal. Éstas son condensaciones organizadas de células y fibras reticulares y linfocitos que pueden verse en toda la *lámina propia* de la mucosa gastrointestinal y respiratoria. Ellas representan un centro para el desarrollo de anticuerpos contra la invasión de ciertos microorganismos.

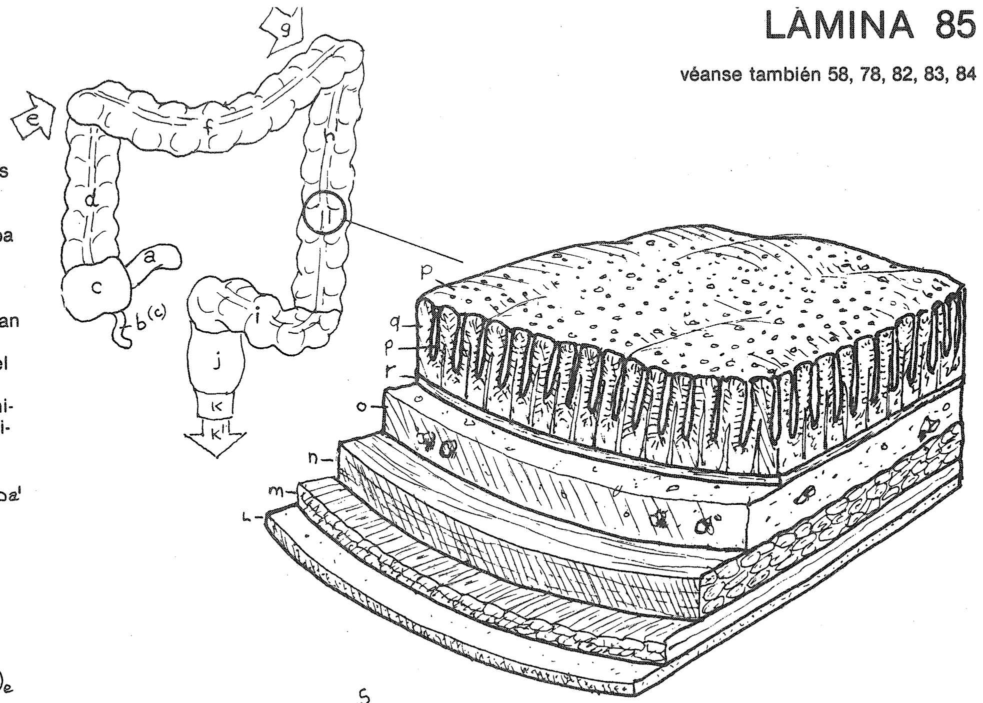




véanse también 58, 78, 82, 83, 84

APARATO DIGESTIVO
INTESTINO GRUESO*

NC
1. Ilumine los elementos del esquema superior (excepto las flechas e y g) en los mismos colores utilizados en la lámina 78, donde tienen diferentes letras de identificación. Nótese que b y c reciben un solo color.
2. Comience a iluminar las ilustraciones por arriba y prosiga hacia abajo.
3. Note cómo la válvula ileocecal (a') abre en la porción más superior del ciego en el dibujo del centro; observe también que las haustras (d') llevan el mismo color que el colon ascendente.
4. Ilumine la serosa (l) del mismo color que (h) del cual se ha tomado una sección.
5. Ilumine m-o de la misma manera que en la lámina 84 en donde tenían diferentes letras de identificación.



ÍLEON$_{a}$ VÁLVULA ILEOCECAL$_{a'}$

INTESTINO GRUESO:*

CIEGO$_{c}$

APÉNDICE VERMIFORME$_{b(c)}$

COLON ASCENDENTE$_{d}$

ÁNGULO CÓLICO D. (HEPÁTICO)$_{e}$

COLON TRANSVERSO$_{f}$

ÁNGULO CÓLICO I. (ESPLÉNICO)$_{g}$

COLON DESCENDENTE$_{h}$

COLON SIGMOIDEO (PÉLVICO)$_{i}$

RECTO$_{j}$ CANAL ANAL$_{k}$ ANO$_{k'}$

PARED INTESTINAL:*

SEROSA$_{l(h)}$

M. LONGITUDINAL$_{m}$

M. CIRCULAR$_{n}$

SUBMUCOSA$_{o}$

MUCOSA*

EPITELIO/GLÁNDULAS INTESTINALES$_{p}$

LÁMINA PROPIA$_{q}$

MUSCULARIS MUCOSAE$_{r}$

ESTRUCTURAS INTESTINALES:*

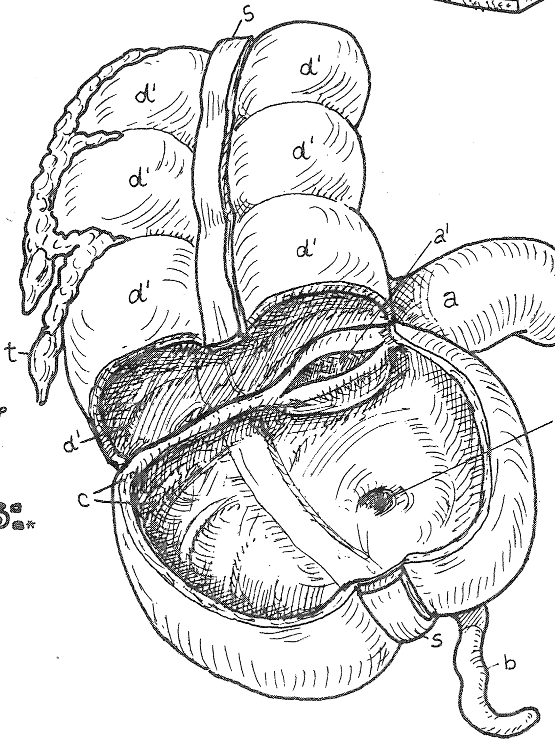
TENIA LONGITUDINAL$_{s}$

HAUSTRA$_{d'}$

APÉNDICES EPIPLOICOS$_{t}$

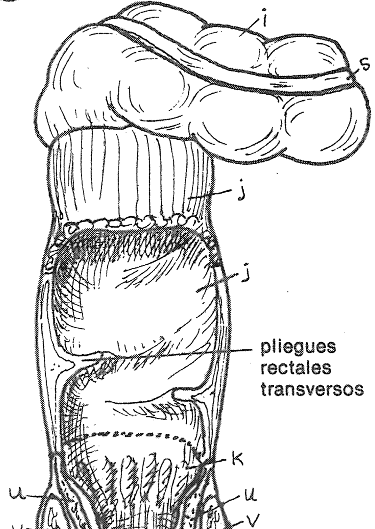
ESFÍNTER ANAL INTERNO$_{u}$

ESFÍNTER ANAL EXTERNO$_{v}$



El *intestino grueso*, de 1-2 m de largo, consta del *ciego*; *colon ascendente, transverso, descendente y sigmoideo*; *recto* y *canal anal*. Observando la lámina anterior, puede verse que el intestino grueso es generalmente más grueso y siempre más corto que el intestino delgado. Está colocado también en una forma más regular (fijado) dentro de la cavidad del abdomen, ya que sólo el colon transverso y el sigmoideo tienen mesenterios. Carece de pliegues y vellosidades. El intestino grueso no produce enzimas digestivas (las glándulas intestinales del colon son secretoras de moco) y por lo tanto no interviene en la digestión química del quimo. Sin embargo, sí absorbe agua, vitaminas y minerales, creando así las heces fecales (semisólidas) a partir de el quimo, más líquido, que llega a través de la válvula ileocecal muscular. El material absorbido pasa al hígado a través de la vena porta. Los movimientos peristálticos del colon se originan en contracciones de la *muscularis mucosae* y de las dos *capas musculares externas*. Las capas exteriores *longitudinales* forman tres bandas bien definidas en la parte externa del colon (tenias), las cuales parecen originarse en el apéndice y terminan en el colon sigmoideo. Estas bandas probablemente fuerzan al colon a formar una serie de sacos llamados *haustras*, las cuales son fácilmente identificadas a través de rayos X (en oposición a la apariencia de pluma que tiene el intestino delgado por causa de las vellosidades y los pliegues). También en el colon se encuentran unos pequeños sacos de peritoneo llenos de grasa (*apéndices epiploicos*). Éstos pueden comunicarse con la mucosa del colon e inflamarse igual que el apéndice cecal (diverticulitis, apendicitis).

El recto se caracteriza por una serie de pliegues transversos, la porción media del cual parece prevenir el descenso de las heces almacenadas a la porción inferior del recto y el canal anal hasta el momento de la eliminación (defecación). El almacenamiento de heces fecales puede llegar hasta el colon sigmoides. La relajación de los *esfínteres anales interno y externo* en asociación con la peristalsis del colon, llevan a la defecación. En el canal anal (de 4 cm de largo), el recubrimiento epitelial cambia de un tipo columnar simple a uno más protector, escamoso estratificado. No existe absorción importante en el recto o en el canal anal.



véanse también 58, 64, 66, 78, 82

APARATO DIGESTIVO
EL HÍGADO*

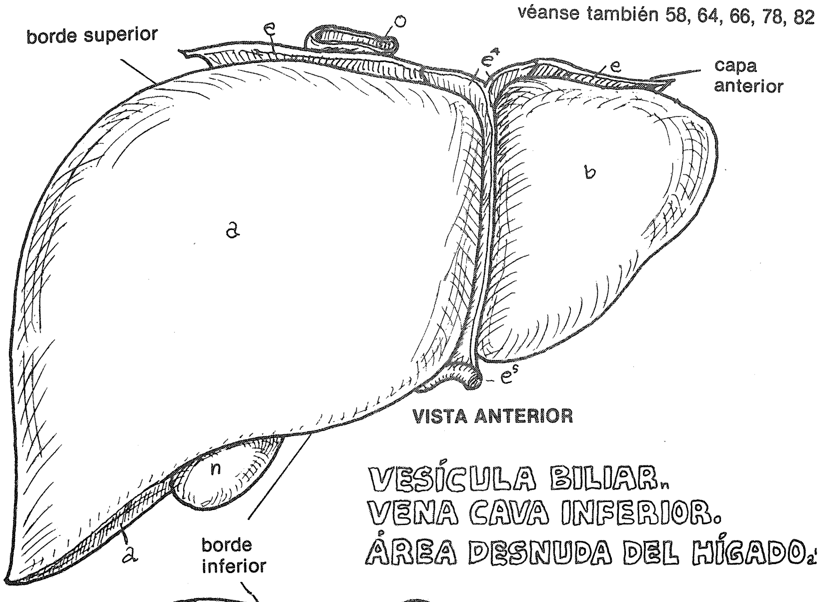
NC ?
1. Reserve el rojo para las arterias (l, l^1), azul para las venas (k, k^3, o, p), y el verde para los conductos biliares (m, m^1).
2. Ilumine ambas vistas del hígado simultáneamente. La vista inferior se expone al levantar el borde inferior del hígado, mientras el borde superior de dicho órgano se encuentra suspendido del diafragma por los ligamentos coronarios.
3. En el dibujo central, la porta hepática (rodeada por el epiplón menor, e^2) debe iluminarse de color gris.
4. En el esquema inferior derecho, las flechas indican la dirección del flujo sanguíneo y del biliar. Nótese que la bilis fluye en dirección opuesta en relación con la sangre de la vena porta y de la arteria hepática.

LÓBULOS
LÓBULO DERECHO$_a$
LÓBULO IZQUIERDO$_b$
LÓBULO CUADRADO$_c$
LÓBULO DE SPIEGEL$_d$

LIGAMENTOS
LIG. CORONARIO$_e$
LIG. TRIANGULAR$_{e'}$
EPIPLÓN MENOR$_{e^2}$ Y SU
LIG. VENOSO$_{e^3}$
LIG. FALCIFORME$_{e^4}$ Y SU
LIG. REDONDO$_{e^5}$

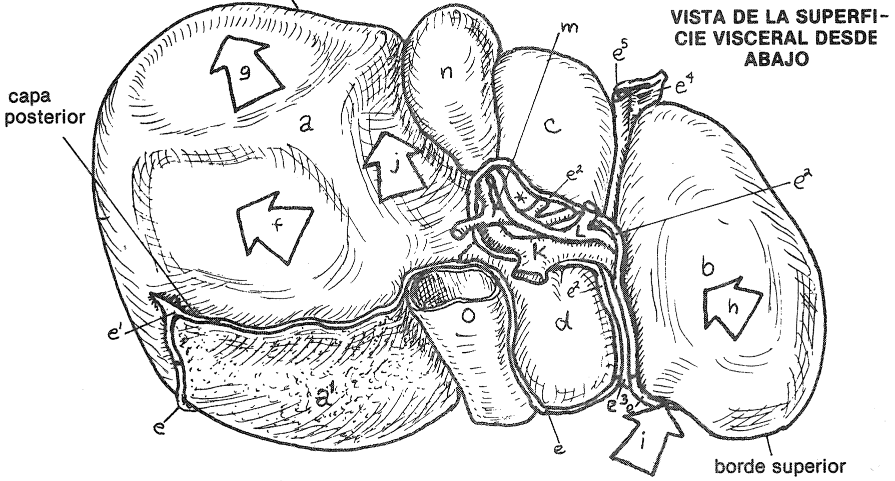
IMPRESIONES VISCERALES
RENAL (RIÑÓN D.)$_f$
CÓLICA (COLON TRANSVERSO)$_g$
GÁSTRICA (ESTÓMAGO)$_h$
ESOFÁGICA$_i$
DUODENAL$_j$

PORTA*
VENA PORTA$_k$
ARTERIA HEPÁTICA$_l$
CONDUCTOS BILIARES$_m$



VISTA ANTERIOR

VESÍCULA BILIAR$_n$
VENA CAVA INFERIOR$_o$
ÁREA DESNUDA DEL HÍGADO$_{a'}$



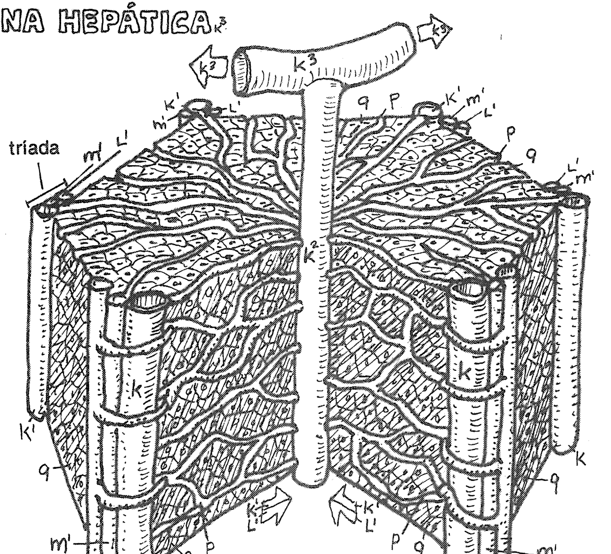
VISTA DE LA SUPERFICIE VISCERAL DESDE ABAJO

RAMA DE LA VENA PORTA$_{k'}$
RAMA DE LA A. HEPÁTICA$_{l'}$
CONDUCTO BILIAR$_{m'}$
} TRÍADA*
SINUSOIDES$_p$
CÉLULAS HEPÁTICAS$_q$
VENA CENTRAL$_{k^2}$
VENA HEPÁTICA$_{k^3}$

El *hígado* que pesa alrededor de 1.5 Kg, ocupa la porción superior derecha y parte del cuadrante superior izquierdo de la cavidad abdominal. Como puede verse, es redondeado y disminuye su volumen hasta el borde inferior que es delgado, debajo del que se asoma la *vesícula biliar*. La superficie inferior o visceral del hígado tiene una inclinación hacia arriba y hacia atrás desde el borde inferior al superior. Se encuentra recubierto por peritoneo en su mayor parte. La porción que no está revestida se llama *área desnuda* (a'). En la parte superior, los *ligamentos coronarios* se convierten en peritoneo parietal del diafragma. Anteriormente, los ligamentos coronarios se fusionan para transformarse en el *ligamento falciforme*, el cual (en su borde inferior) conduce la antigua vena umbilical (*ligamento redondo*) hacia el ombligo. En la cara inferior, las capas posteriores de los ligamentos coronarios forman el *epiplón menor* (que suspende al estómago), el cual abarca la porta hepática y sus contenidos. En lo profundo del epiplón menor se encuentra el *ligamento venoso*, el cual conducía sangre de la vena porta a la vena hepática o vena cava inferior en el feto. Los *ligamentos triangulares* son simplemente las esquinas de los ligamentos coronarios. Debido a su gran área superficial, varias partes del hígado quedan en contacto con otros órganos abdominales. Trate de visualizar estas relaciones (véanse impresiones viscerales).

Una descripción microscópica: desde la cápsula externa, se proyecta tejido fibroso delicado para dividir al hígado en *lobulillos*, la unidad funcional. La *sangre portal* llega repleta de nutrientes hacia las *células de los lobulillos*, que difunden los nutrientes de la sangre *sinusoidal*. La sangre "filtrada" entra a las *venas centrales*, tributarias de las *venas hepáticas*. Éstas se unen a la *vena cava inferior* justo por debajo del diafragma. Las células hepáticas sacan sus productos hacia los sinusoides a excepción de la bilis, la cual es absorbida por los pequeños canales biliares. Éstos se fusionan para formar los *conductos biliares*.

Los cuatro lóbulos aparentes del hígado se relacionan sólo en la superficie. La *arteria hepática* se divide en arteria hepática derecha e izquierda y el conducto hepático biliar se forma también por los conductos biliares derecho e izquierdo; así pues, el hígado está constituido esencialmente por dos *lóbulos* (*derecho e izquierdo*).

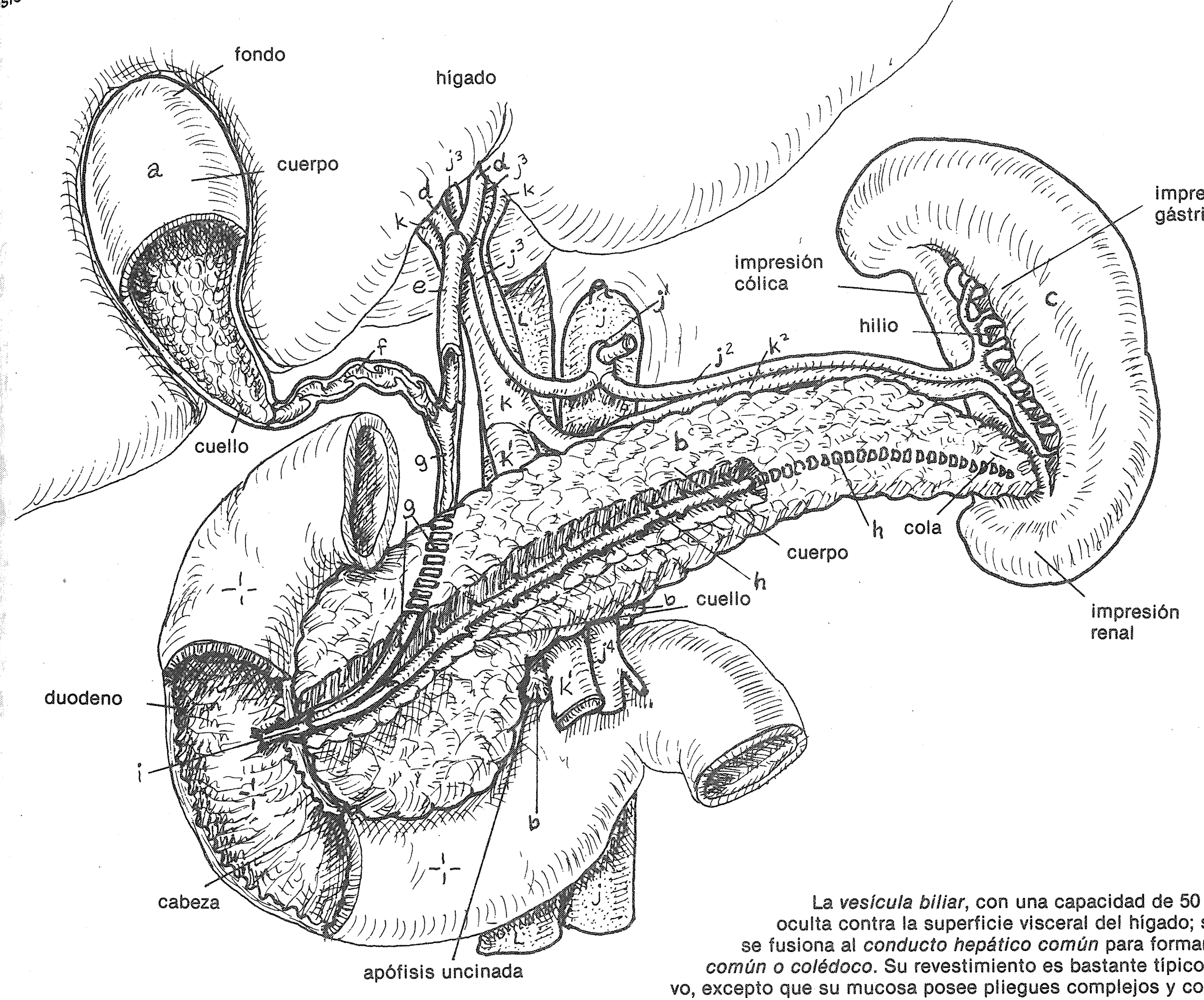


LOBULILLO HEPÁTICO*

APARATO DIGESTIVO
VESÍCULA BILIAR$_a$ PANCREAS$_b$ BAZO$_c$

véanse también 57, 58, 62, 64, 78, 86

NC 9
1. Reserve el rojo para las arterias (j), el azul para las venas (k), y un tono diferente de azul para la vena cava inferior (L). Utilice los mismos colores que se usaron en la lámina 78 para la vesícula biliar, páncreas y bazo aunque tengan diferente letra de identificación.



La *vesícula biliar*, con una capacidad de 50 ml se encuentra oculta contra la superficie visceral del hígado; su *conducto cístico* se fusiona al *conducto hepático común* para formar el *conducto biliar común o colédoco*. Su revestimiento es bastante típico del aparato digestivo, excepto que su mucosa posee pliegues complejos y cordones que dan una apariencia como de panal de abejas. Sus muchas microvellosidades sugieren una función de absorción. La vesícula biliar almacena bilis. La bilis es producida por el hígado y conducida directamente (colédoco) hacia el duodeno. Cuando el esfínter muscular de la *papila duodenal* se halla contraído, la bilis es forzada hacia atrás hacia el conducto cístico y la vesícula biliar. Ahí se almacena, se concentra y se acidifica (la bilis está compuesta por 97% de agua, 1% de pigmentos y sales biliares, 2% de sales minerales y ácidos grasos). Al momento de comer, el esfínter se relaja, la vesícula biliar se contrae en respuesta a hormonas gastrointestinales y de los nervios vagos y la bilis es dirigida al duodeno. La bilis amarillenta, (color que se debe a la presencia de pigmentos) hace que las grasas ingeridas sean más solubles en agua, de manera que las enzimas digestivas puedan actuar. Las sales biliares lo logran rompiendo las masas de grasa en glóbulos pequeños (emulsión), aumentando así el área superficial total. Las lipasas hidrosolubles (enzimas) tienen entonces una mayor superficie de sujeción a la estructura grasa y pueden romperla en unidades susceptibles de ser absorbidas por las células de revestimiento del intestino delgado.

El *páncreas* es una estructura retroperitoneal cuya cabeza se localiza en la concavidad del duodeno y cuya cola toca el bazo. En el cadáver se encuentra por detrás del estómago. El páncreas tiene dos clases de glándulas; sus conductos se unen al extenso *conducto pancreático* el cual entra a menudo a la papila duodenal o ampolla de Vater en compañía del colédoco o conducto biliar común. Estas glándulas exócrinas secretan una mezcla alcalina de enzimas que se vierten dentro del duodeno a un ritmo aproximado de 2 000 ml cada 24 horas constituyendo una ayuda a la digestión (desintegración) de las proteínas, grasas y carbohidratos para la absorción por las células de recubrimiento del intestino delgado. La secreción pancreática es regulada por hormonas y los nervios vagos. La porción endocrina del páncreas será considerada en la lámina 111.

El *bazo* es una delicada estructura de color morado, cóncavo, localizado por debajo del diafragma del lado izquierdo, junto a la décima costilla. Es un órgano del sistema linfático que consiste en masas organizadas de tejido linfático encapsulado, íntimamente asociado a los sinusoides sanguíneos y otros vasos. En efecto, el bazo filtra la sangre. También fabrica linfocitos y monocitos y es muy activo en la respuesta inmune a la presencia de antígenos (microorganismos, etc.). Los macrófagos retiran los desechos de la sangre y específicamente rompen los eritrocitos viejos. La porción hem de la molécula de hemoglobina se convierte indirectamente en bilirrubina, la cual es conducida al hígado por vía de la vena porta hepática y se incorpora en la fabricación de bilis. De hecho, es responsable del color amarillo de la bilis. la acumulación de bilirrubina en la sangre da lugar a la *ictericia* y, de manera general, es indicativa de enfermedad hepática o de la vesícula biliar. Se considera que la función de almacén de eritrocitos en el bazo es mínima.

CONDUCTO HEPÁTICO D. E I.$_{d}$
CONDUCTO HEPÁTICO COMÚN$_{e}$
CONDUCTO CÍSTICO$_{f}$
CONDUCTO BILIAR COMÚN$_{g}$
CONDUCTO PANCREÁTICO$_{h}$
PAPILA DUODENAL$_{i}$
AORTA ABDOMINAL$_{j}$
TRONCO CELIACO$_{j^1}$
ARTERIA ESPLÉNICA$_{j^2}$
HEPÁTICA COMÚN$_{j^3}$
A. MESENTÉRICA SUP.$_{j^4}$
VENA PORTA$_{k}$
V. MESENTÉRICA SUP.$_{k^1}$
V. ESPLÉNICA$_{k^2}$
VENA CAVA INFERIOR$_{L}$

véanse también 89, 93, 96

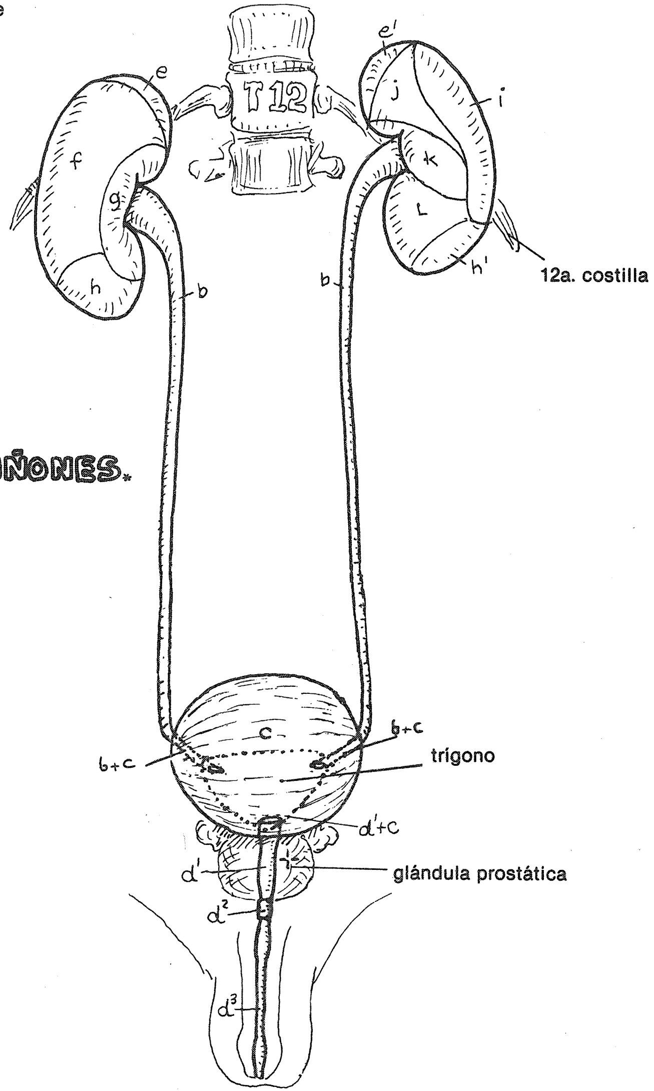
APARATO URINARIO
EL TRACTO URINARIO*

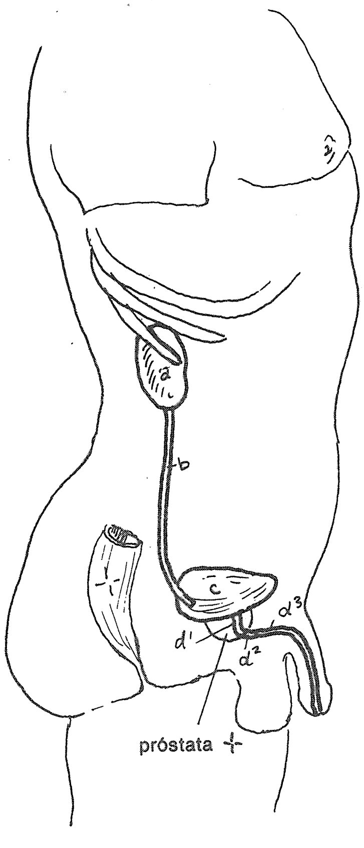
NC 13
1. Ilumine el tracto urinario en los esquemas inferiores, después prosiga con el central superior.
2. Ilumine las diferentes áreas del riñón que se encuentran en contacto con otras vísceras vecinas.
3. Sólo la uretra masculina está dividida en tres secciones.

RIÑÓN a
URÉTER b
VEJIGA URINARIA c
URETRA d
  PROSTÁTICA d'
  MEMBRANOSA d²
  ESPONJOSA d³

RELACIONES DE LOS RIÑONES*

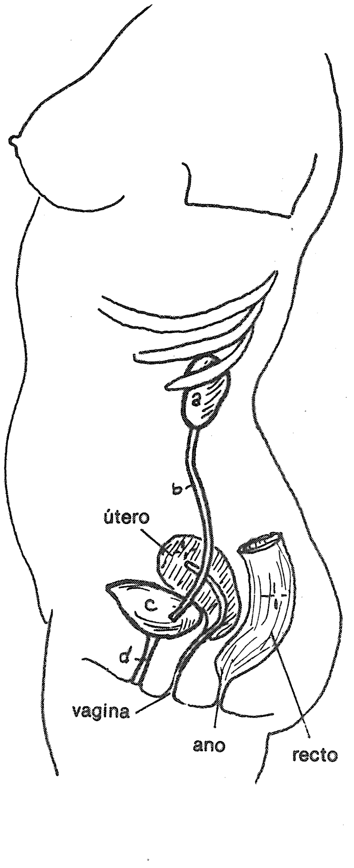
RIÑÓN DERECHO
  ÁREA SUPRARRENAL e
  HEPÁTICA f
  DUODENAL g
  CÓLICA h
RIÑÓN IZQUIERDO
  ÁREA SUPRARRENAL e'
  ESPLÉNICA i
  GÁSTRICA j
  PANCREÁTICA k
  YEYUNAL l
  CÓLICA h'





El tracto *urinario* representa la vía de eliminación de los derivados metabólicos y químicos no esenciales disueltos en agua. De las estructuras que constituyen el tracto, tal vez los *riñones* son los de mayor interés, ya que procesan el plasma y entran en una serie de intercambios entre sus túbulos, la sangre y el líquido intersticial (tisular) para obtener un balance ácido-base y mantener el volumen de agua del cuerpo. Así los riñones, no son meramente instrumentos de excreción, sino órganos esenciales para conservar productos metabólicos, que trabajan para mantener los balances de concentración, eléctricos, químicos y la integridad de los compartimientos de agua corporal. El proceso es dinámico, y lo que se excreta como desecho en un momento, puede retenerse como necesario en otro. Los *ureteros*, son tubos fibromusculares, recubiertos de epitelio, que llevan la orina al tanque almacenador, la *vejiga urinaria*. La *uretra* drena la vejiga y es considerablemente más larga en el hombre (20 cm.) que en la mujer (4 cm.). El trígono de la vejiga es un área triangular que se encuentra en la base de ésta y en cuyos ángulos convergen los dos ureteros y la uretra.

Cuando ilumine las relaciones del riñón, trate de visualizar estos diferentes órganos en forma colectiva haciendo contacto con los riñones. Así comprenderá mejor el acomodo compacto de estas vísceras abdominales. Nóte que el riñón derecho es más bajo que el izquierdo. Esto se debe, simplemente, a que el hígado se encuentra en ese lugar.

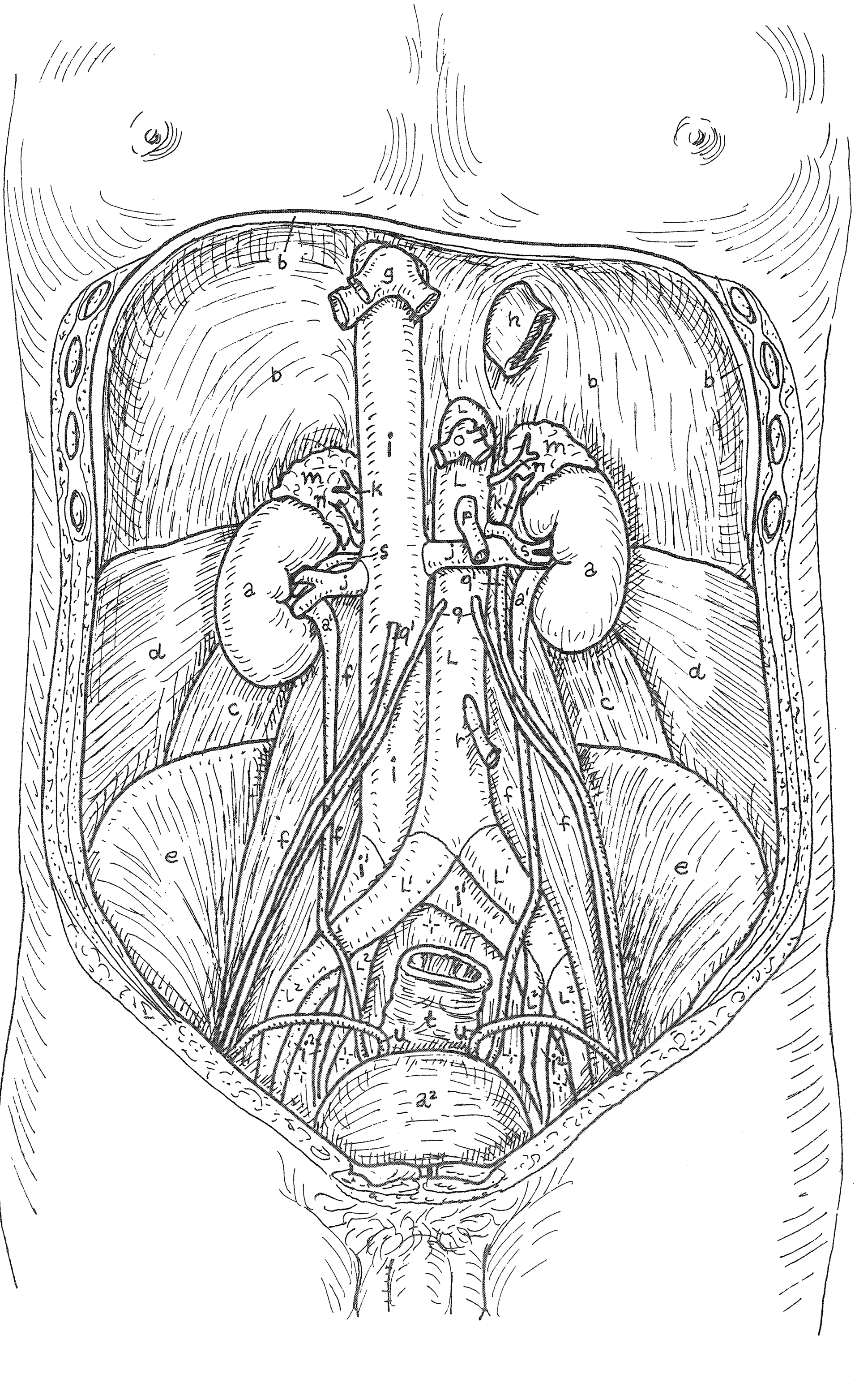


APARATO URINARIO
RIÑONES Y VASOS EN LA CAVIDAD ABDOMINAL*

véanse también 29, 88

NC 21
1. Nótese que el tracto urinario (a-a^2) debe iluminarse de un color (que sea brillante o muy obscuro).
2. Reserve el rojo para l-l^2 y azul para j-j^2.

RIÑÓN$_a$
URETERO$_{a^1}$
VEJIGA URINARIA$_{a^2}$
DIAFRAGMA$_b$
M. CUADRADO LUMBAR$_c$
M. TRANSVERSO ABDOMINAL$_d$
M. ILIACO$_e$
M. PSOAS$_f$
VS. HEPÁTICAS$_g$
ESÓFAGO$_h$
VENA CAVA INFERIOR$_i$
VENA RENAL$_j$
V. SUPRARRENAL$_k$
V. ILIACA COMÚN$_{i^1}$
V. ILIACA INT. Y EXT.$_{i^2}$
AORTA ABDOMINAL$_L$
A. ILIACA COMÚN$_{L^1}$
A. ILIACA INT. Y EXT.$_{L^2}$
GLÁNDULA SUPRARRENAL$_m$
A. SUPRARRENAL$_n$
A. CELIACA Y RAMAS$_o$
A. MESENTÉRICA SUPERIOR$_p$
A.$_q$/V. ESPERMÁTICA$_{q^1}$
A. MESENTÉRICA INFERIOR$_r$
A. RENAL$_s$
RECTO$_t$
CONDUCTO DEFERENTE$_u$



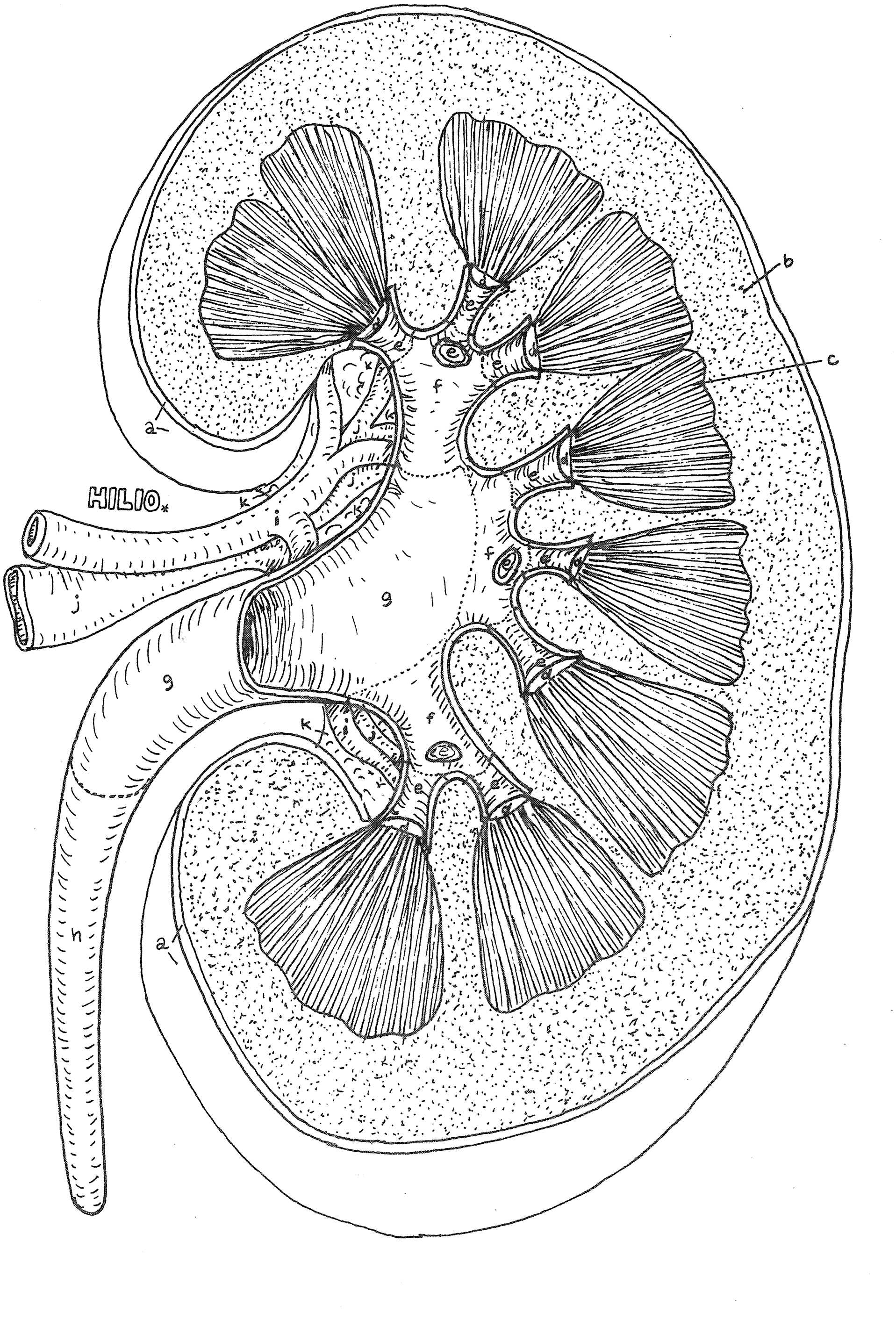
Los *riñones* y *ureteros*, en par, se encuentran detrás del peritoneo parietal en la pared abdominal posterior. De ahí, que varios vasos crucen estas estructuras; algunos de ellos son retroperitoneales y otros corren dentro del mesenterio hacia los órganos con los que se relacionan. Estas relaciones son de extrema importancia para el cirujano que efectúa una disección retroperitoneal. Para reducir la complejidad de la ilustración no se muestran algunos nervios, ganglios, nódulos linfáticos, vasos, mesenterios, peritoneo parietal y vísceras abdominales. Los intestinos, sus mesenterios, sus vasos linfáticos y nervios cruzan por delante de los riñones y ureteros. Estos últimos están sujetos a constricción en tres lugares a lo largo de su ruta: en su origen, donde la pelvis renal se estrecha para transformarse en uretero; donde el uretero cruza el borde de la pelvis y los vasos iliacos, y donde los ureteros entran en la *vejiga urinaria*. En estas áreas estrechas, las piedras en formación a menudo se impactan y bloquean la luz (canal) del uretero. Cerca de la vejiga, note el *conducto deferente* que pasa por arriba y enfrente de los ureteros en ambos lados, en su ruta hacia el canal inguinal.

véanse también 88, 91

APARATO URINARIO
RIÑÓN, CORTE LONGITUDINAL*

NC 11
1. Reserve el rojo para la arteria (i) y el azul para la vena (j).
2. Utilice el mismo color para la cápsula renal (a) que el utilizado para el riñón en la lámina 88. Ilumine el uretero (h) del mismo color que en esa lámina.
3. Nótense los cortes transversales de los cálices menores (e, fuera del plano de este corte), los cuales se abren a los cálices mayores (f).

CÁPSULA RENAL$_a$
CORTEZA$_b$
PIRÁMIDE (MÉDULA)$_c$
PAPILA$_d$
CALIZ MENOR$_e$
CALIZ MAYOR$_f$
PELVIS RENAL$_g$
URETERO$_h$
ARTERIA RENAL$_i$
VENA RENAL$_j$
SENO RENAL$_k$



El riñón puede ser descrito como constituido por una parte central y una periférica: la parte externa consta de un corteza y de las pirámides medulares; la parte interna, de un grupo de tubos que crecen a partir del uretero. La *médula* y la *corteza* están constituidas por los túbulos uriníferos (las nefronas y los conductos colectores), una parte de los cuales procesa el plasma sanguíneo y otra parte añade o sustrae al filtrado resultando así la formación de orina. Los tubos (cálices y pelvis) conducen la orina pasivamente hacia el uretero. La corteza es un poco más obscura que la médula y contiene los corpúsculos renales y los túbulos contorneados, en su mayor parte. Según se verifique el corte en el riñón, la corteza puede parecer con un grupo de estriaciones que cruzan a través de ella (provenientes de la médula), con una gran cantidad de agujeros puntiformes o una combinación de ambos. La médula contiene los tubos rectos (principalmente los túbulos colectores) y, por lo tanto, es estriada. Los conductos colectores convergen hacia el ápex de cada una de las 8-18 pirámides renales y se abren al *cáliz menor* a través de la papila. Un número similar de cálices menores en forma de embudo se unen para formar alrededor de 3 *cálices mayores*, los cuales se abren a la *pelvis renal*. La pelvis renal y sus cálices se encuentran dentro del *seno renal*, dentro de tejido conectivo laxo y compartiendo el espacio con los *vasos renales*. El seno es una cavidad que se extiende hacia el interior del hilio. En el hilio, la pelvis renal se estrecha y se transforma en el *uretero*. El riñón está encapsulado por una capa delgada, pero fuerte, de tejido fibroso denso.

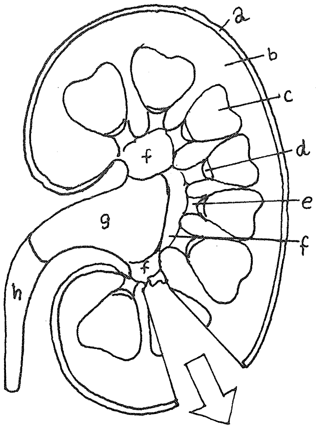
APARATO URINARIO
EL TÚBULO URINIFERO*

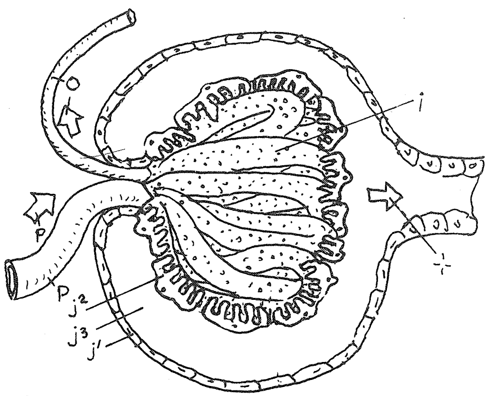
véanse también 88, 90

NC 16

1. Cuando ilumine el corte transversal del riñón que se encuentra a la derecha, usted puede utilizar los colores de la lámina precedente. Advierta que los bordes externos de la cuña de riñón que se encuentra abajo, reciben los colores correspondientes a la parte del corte transversal al que se refiere.
2. Al iluminar, la cápsula glomerular que se encuentra en la extrema derecha, j^1, j^2 y j^3 van del mismo color, aunque j^3 puede aclararse para distinguir la cavidad de las capas.
3. Las flechas direccionales llevan el mismo color que las estructuras a las que se refieren.
4. Ilumine la arteria interlobulillar (q) de rojo brillante.

ARTERIOLA EFERENTE$_o$

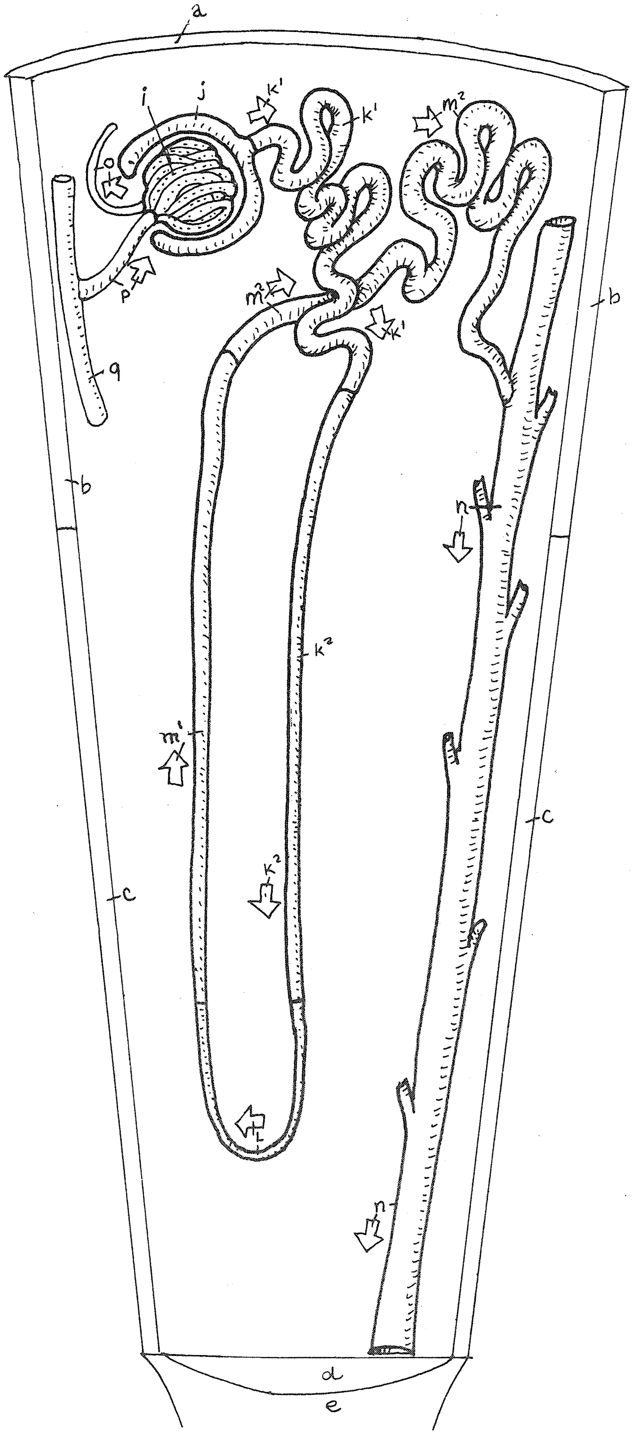




ARTERIOLA AFERENTE$_p$
ARTERIA INTERLOBULAR$_q$

NEFRONA*
  CORPÚSCULO RENAL*
    GLOMÉRULO$_i$
    CÁPSULA GLOMERULAR$_j$
      CAPA PARIETAL$_{j^1}$
      CAPA VISCERAL$_{j^2}$
        (PODOCITOS)$_{j^2}$
      ESPACIO CAPSULAR$_{j^3}$
  TÚBULO PROXIMAL$_k$
    PORCIÓN CONTORNEADA$_{k^1}$
    PORCIÓN RECTA$_{k^2}$
  ASA DE HENLE$_L$
  TÚBULO DISTAL$_m$
    PORCIÓN RECTA$_{m^1}$
    PORCIÓN CONTORNEADA$_{m^2}$

TUBO COLECTOR$_n$



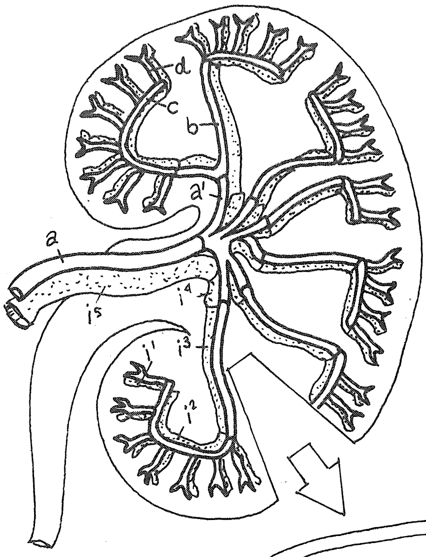
La unidad funcional del riñón es la *nefrona*, de las cuales hay cerca de un millón por cada uno de los riñones. Cada nefrona junto con un tubo colector, forman un *túbulo urinífero*. En asociación con una miriada de vasos sanguíneos, estos túbulos llenan la médula y la corteza del riñón. El plasma sanguíneo es filtrado en los capilares del *glomérulo*, los que poseen múltiples poros pequeños sobrepuestos en las células de la *capa visceral de la cápsula*. Estas células (podocitos) tienen prolongaciones citoplásmicas que rodean a los capilares porosos como un tejido fino separado por delgadas fisuras. Es a través de estos poros y fisuras que todo pasa —excepto las células y las moléculas más grandes (proteínas) del plasma—, hacia el *espacio capsular* (lumen) y al *túbulo proximal* a un promedio de 125 ml/min./riñón. Las células piramidales del túbulo proximal son las responsables de la absorción del 85 por ciento de cloruro de sodio y agua del filtrado, y de toda la glucosa, proteínas pequeñas, aminoácidos y ciertas vitaminas. Aquí ocurre relativamente poca secreción de las células hacia el filtrado. Los productos indeseables del metabolismo permanecen en la luz del túbulo y continúan su viaje hacia los cálices. El *asa del Henle* crea un mecanismo para aumentar la concentración de las partículas urinarias (solutos) introduciendo agua a los tejidos situados entre los túbulos. La conservación del agua por el riñón es una de las funciones más críticas y para cuando el filtrado llega a los túbulos distales, cerca del 80 por ciento de la cantidad original ha sido reabsorbida por las células tubulares. Fuertemente influenciados por hormonas, los *túbulos contorneados distales* y los *túbulos colectores* absorben la mayor parte del agua restante, de manera que el 99 por ciento del filtrado original ha regresado a los tejidos y sólo el 1 por ciento pasa a los cálices menores. Los diferentes iones que se encuentran en la orina (la parte del filtrado que es excretado hacia los cálices) son los sobrantes de un intercambio complejo de iones entre las células tubulares, la luz tubular, los capilares vecinos y el líquido extracelular circundante.

véanse también 88, 91, 90

APARATO URINARIO PATRÓN CIRCULATORIO DEL RIÑÓN*

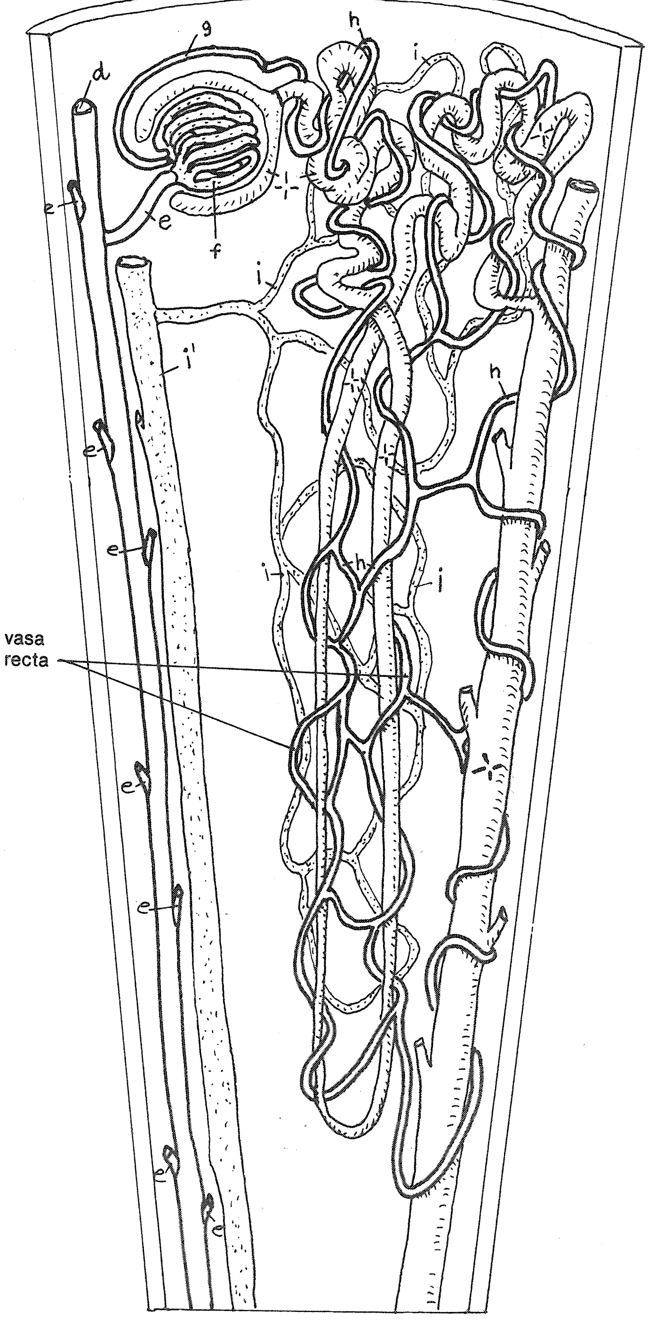
NC 8

1. Ilumine las arterias y las venas del diagrama superior. Las venas son las estructuras en línea punteada y deberán iluminarse en azul.
2. Utilice rojo brillante para la arteria interlobulillar (d) en ambos esquemas, de manera que pueda observar la relación entre los dos.
3. En el esquema seccional inferior, se sugiere que deje en blanco la cápsula y el espacio glomerulares, así como los túbulos o tubos colectores con objeto de apreciar mejor la red capilar alrededor de los túbulos y conductos. Las venas (estructuras en línea punteada) deben iluminarse todas de azul, como en el esquema superior.
4. Ilumine d-g con los mismos colores que utilizó en la lámina 91 en donde tenían diferentes letras de identificación.



ARTERIA RENAL$_a$
ARTERIA SEGMENTARIA$_{a'}$
ARTERIA INTERLOBAR$_b$
ARTERIA ARCUATA$_c$
ARTERIA INTERLOBULILLAR$_d$
ARTERIOLA AFERENTE$_e$
GLOMÉRULO$_f$
ARTERIOLA EFERENTE$_g$

CAPILARES PERITUBULARES$_h$
VENA PERITUBULAR$_i$
VENA INTERLOBULILLAR$_{i^1}$
VENA ARCUATA$_{i^2}$
VENA INTERLOBAR$_{i^3}$
VENA SEGMENTARIA$_{i^4}$
VENA RENAL$_{i^5}$



La *arteria renal* se divide en cinco *arterias segmentarias* anteriores y una posterior, cada una de las cuales irriga un segmento renal, como se muestra arriba. Se considera que la circulación colateral (anastomosis) entre estos segmentos es inadecuada para una función normal; la obstrucción de una de estas arterias puede significar la pérdida de un segmento completo, lo que significa una preocupación para el cirujano. Dentro del seno renal, los vasos segmentarios se dividen en *arterias interlobares*, las cuales pasan entre (inter) los lóbulos o pirámides. De éstas, emerge una *arteria arcuata* que forma un arco sobre la médula. Las *arterias interlobulillares* se proyectan hacia arriba a la corteza, produciendo las *arteriolas aferentes* que alimentan al *glomérulo*. La sangre sale del glomérulo a través de la *arteriola eferente*, la cual se abre a una red de *capilares* que se entreteje alrededor de los túbulos contorneados y rectos, así como a los tubos colectores. Los capilares alrededor de los túbulos rectos de la médula forman una serie de asas interconectadas (vasa recta). Las venas que drenan estas redes peritubulares se unen a las *venas interlobulillares*, y la sangre venosa sigue hacia el hilio con el mismo patrón de las arterias. La mayor parte del filtrado reabsorbido por las células tubulares de los tubos colectores se difunde hacia estos capilares para ser regresado a los tejidos o bien recirculada. La relación de los vasa recta con las asas de Henle es un factor crítico para el éxito de la reabsorción de agua. En el diabético que no está bajo tratamiento, el nivel de glucosa sanguínea está muy por encima del nivel normal (hiperglucemia), en parte debido a que las células de los túbulos proximales son muy eficientes en su papel de reabsorción de glucosa del filtrado y en su secreción a los capilares peritubulares. Estos capilares son capaces de secretar iones no deseados hacia el líquido extracelular que los rodea; las células tubulares pueden reabsorberlos para secretarlos hacia la luz tubular. Así pues, el patrón circulatorio entre las nefronas y los tubos colectores es una característica vital para la preservación del agua corporal y el mantenimiento del equilibrio químico en todo el cuerpo.

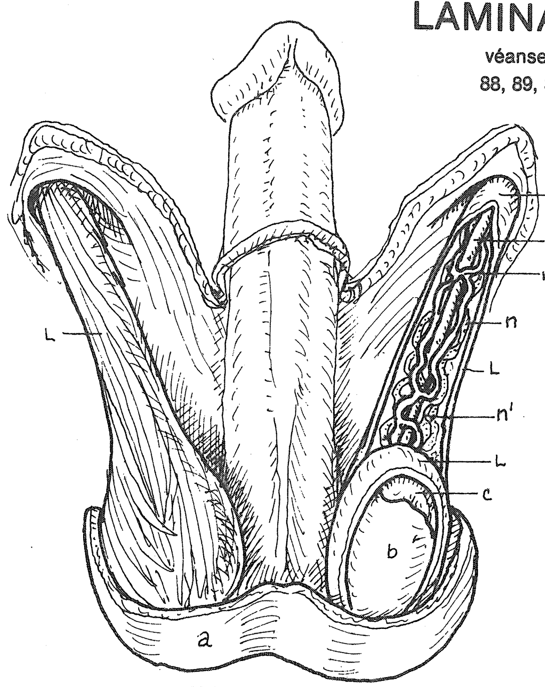
APARATO REPRODUCTOR
APARATO REPRODUCTOR MASCULINO*

LÁMINA 93

véanse también
88, 89, 30, 28, 59

NC 14

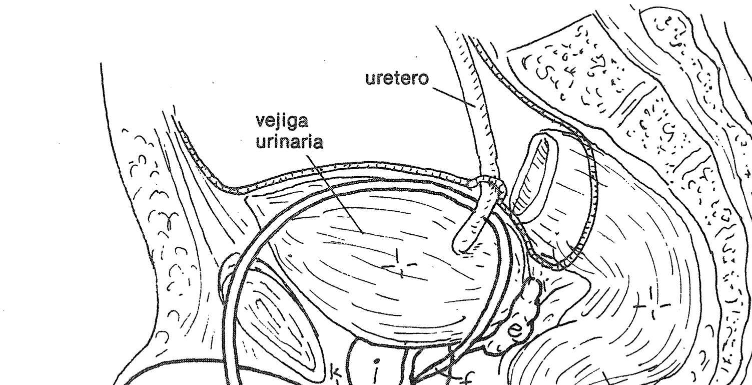
1. Ilumine los dos diagramas inferiores simultáneamente. En la vista anterior conviene notar que parte del conducto deferente (d) y las vesículas seminales (e) están localizadas detrás de la vejiga. Estas porciones deben iluminarse de color claro para dar el efecto apropiado.
2. Ilumine el esquema de la derecha. Los recubrimientos del cordón espermático (uno de los cuales es el músculo del cremáster) y del testículo están de hecho, constituidos por varias capas. Utilice rojo para (m), azul para (n) y (n^1).



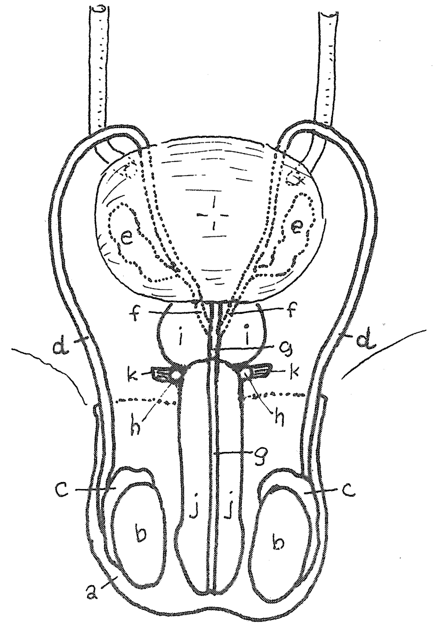
VISTA ANTERIOR
(seccionado y el pene levantado)

ESCROTO$_a$
TESTÍCULO$_b$
EPIDÍDIMO$_c$
CONDUCTO DEFERENTE$_d$
VESÍCULA SEMINAL$_e$
CONDUCTO EYACULATORIO$_f$
URETRA$_g$
GLÁNDULA BULBOURETRAL$_h$
GLÁNDULA PROSTÁTICA$_i$
PENE$_j$
DIAFRAGMA UROGENITAL$_k$
CORDÓN ESPERMÁTICO.
  RECUBRIMIENTOS$_L$
  CONSTITUYENTES*
    CONDUCTO DEFERENTE$_d$
    ARTERIA TESTICULAR$_m$
    VENA TESTICULAR$_n$
      (PLEXO PAMPINIFORME)$_{n'}$

El conducto deferente, al pasar a través de la pared abdominal (canal inguinal) de adentro hacia afuera, recibe la *arteria* y la(s) *vena(s) testiculares* y algunos nervios y linfáticos como estructuras acompañantes. El conjunto de éstos forma los *constituyentes* del cordón espermático. Al pasar por el canal inguinal se revisten de una capa que es representativa de los revestimientos de la pared abdominal (excepto los rectos); estos son los *recubrimientos del cordón espermático* y del testículo. En el esquema superior, todos los recubrimientos se muestran como uno solo; en el lado izquierdo, están seccionados para permitir ver los constituyentes. En el procedimiento quirúrgico de la vasectomía se identifica el conducto deferente dentro del cordón, se corta, se liga y se separan los segmentos cortados.



VISTA SAGITAL
(esquemática)



VISTA ANTERIOR
(esquemática)

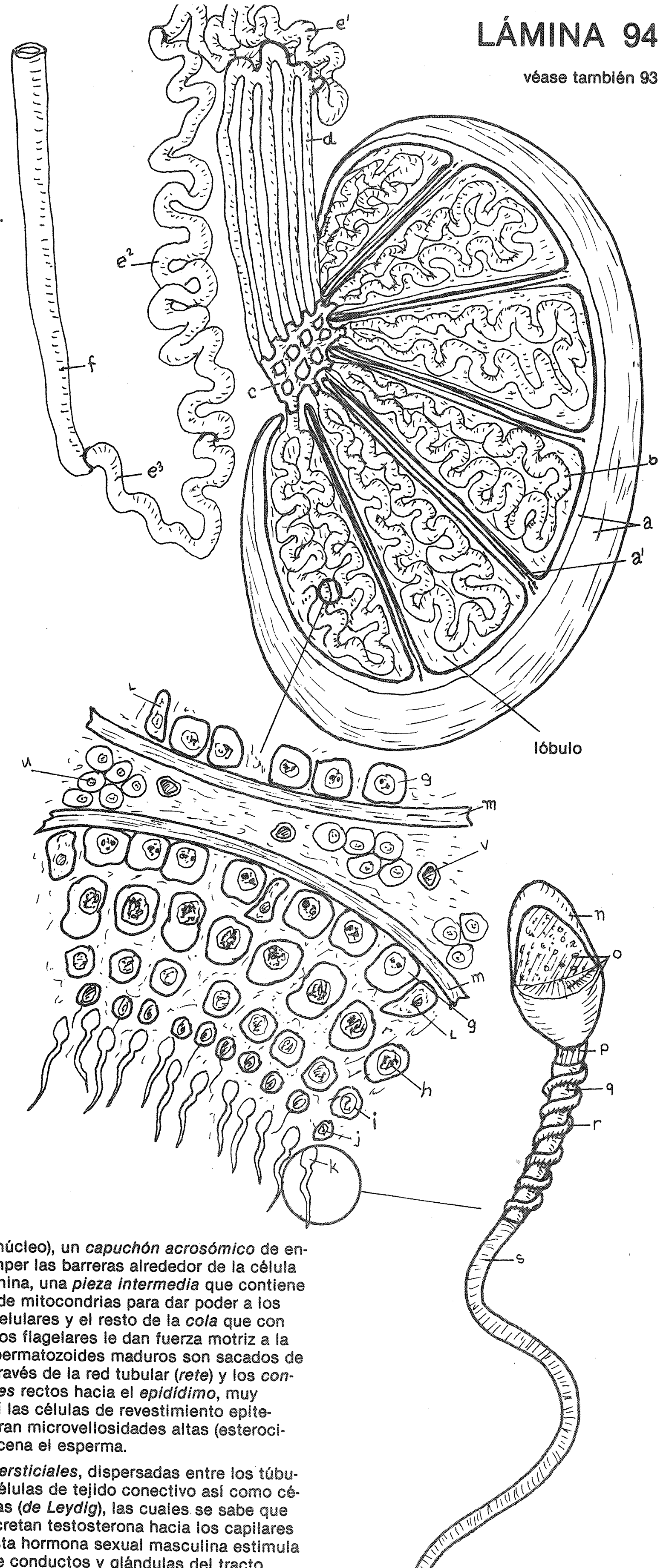
El *aparato reproductor masculino* consiste en órganos primarios, los *testículos*, suspendidos dentro de un saco de piel, el *escroto*; una serie de conductos y diversas glándulas. El desarrollo de las células germinativas (esperma) en el testículo requiere de una temperatura de alrededor de 35°C y esto es posible debido a su presencia dentro del escroto, un poco distante de las cavidades corporales más calientes. La temperatura dentro del escroto se regula levemente por acción del músculo liso que se encuentra en sus paredes, el cual puede acercar las paredes del escroto alrededor de los testículos (contracción) o relajar las paredes para que cuelguen, permitiendo que se disipe el calor dentro de ellos. Después de su almacenamiento en el *epididimo*, las células del esperma se mueven a través del *conducto deferente*, pasando a través de la pared abdominal y la cavidad pélvica para entrar a la *uretra* prostática por el *conducto eyaculatorio* en forma de punta de lápiz. Aquí, las secreciones de la *próstata* y las vesículas seminales, ricas en nutrientes, se agregan a la población de espermatozoides, formando el semen. Antes de la expulsión del semen (eyaculación), las *glándulas bulbouretrales* secretan, aparentemente lubricando la uretra ya recubierta de glándulas mucosas. La uretra pasa a través de tres estructuras diferentes: la glándula prostática, un piso fibromuscular (*diafragma urogenital*) que divide parte del periné (región por debajo de la próstata) en dos espacios, y el cuerpo esponjoso del *pene*. De manera general, el pene y el escroto constituyen los organos genitales externos
(L. *genitalis* = perteneciente al nacimiento).

APARATO REPRODUCTOR
EL TESTÍCULO*

NC ?
1. Cuando ilumine los túbulos seminíferos (b) del corte sagital del testículo en la parte superior de la página, no coloree el tejido conectivo del fondo en el que se enrolla cada túbulo.
2. En forma similar, deje en blanco el tejido del fondo cuando ilumine las células espermatogénicas e intersticiales.
3. Ilumine (a) del mismo color que usó para el testículo en la lámina 93. Ilumine (e) y (f) del mismo color que en esa lámina, en donde tenían diferentes letras de identificación.
4. Se ha agrandado un espermatozoide de los que se muestran en el esquema central (k), para mostrar su estructura en detalle.

TÚNICA ALBUGÍNEA$_{a}$
  SEPTO$_{a'}$
TÚBULO SEMINÍFERO$_{b}$
RETE TESTIS$_{c}$
CONDUCTO EFERENTE$_{d}$
EPIDÍDIMO$_{e}$
  CABEZA$_{e^1}$ CUERPO$_{e^2}$ COLA$_{e^3}$
CONDUCTO DEFERENTE$_{f}$

EPITELIO ESPERMATOGÉNICO*
  ESPERMATOGONIA$_{g}$
  ESPERMATOCITOS PRIMARIOS$_{h}$
  ESPERMATOCITOS SECUNDARIOS$_{i}$
  ESPERMÁTIDES$_{j}$
  ESPERMATOZOIDES$_{k}$
CÉLULAS DE SERTOLI (DE SOSTÉN)$_{l}$
MEMBRANA BASAL$_{m}$
ESPERMATOZOIDE$_{k}$
  CABEZA*
    ACROSOMA$_{n}$
    NÚCLEO$_{o}$
  COLA*
    CUELLO$_{p}$
    PIEZA INTERMEDIA$_{q}$
      MITOCONDRIAS$_{r}$
    PIEZA PRINCIPAL$_{s}$
    PIEZA FINAL$_{t}$
CÉLULAS INTERSTICIALES (DE LEYDIG)$_{u}$
VASOS SANGUÍNEOS$_{v}$



Los *testículos* son glándulas que se originan en la pared posterior del abdomen durante el desarrollo fetal. Conforme el cuerpo en desarrollo se alarga, estos órganos parecen "descender" (de hecho no lo hacen) hacia yemas saculares de la pared abdominal (escroto). Los testículos tienen dos funciones: desarrollo y excreción de las células germinales masculinas (esperma, espermatozoides) y secreción de testosterona, la hormona sexual masculina.

Los *túbulos seminíferos*, fuertemente enrollados dentro de cada uno de los lóbulos divididos por *septos* de tejido conectivo de la cápsula densa, *túnica albugínea*, están recubiertos de masas organizadas de células, el *epitelio espermatogénico* y *células de sostén* (*Sertoli*). Las células más primitivas de estas células espermáticas en desarrollo, las *espermatogonias*, se dividen probablemente varias veces, después de lo cual varias células hijas son empujadas hacia la luz del túbulo. Éstas cambian de carácter (se diferencian) para transformarse en *espermatocitos primarios*, las células más grandes de las células germinativas en desarrollo, que a su vez se dividen para dar origen a los *espermatocitos secundarios*, fase en la que los cromosomas se reducen en número, de 46 a 23 (meiosis). Cada par de espermatocitos secundarios recién formado se divide rápidamente una vez más para formar cuatro *espermátides*. Estas pequeñas células desarrollan cola, condensan su núcleo, forman una capuchón acrosómico, pierden gran parte de su citoplasma y así se diferencian en *espermatozoides*. La célula espermática madura consiste de una cabeza con 23 cromosomas (núcleo), un *capuchón acrosómico* de enzimas para romper las barreras alrededor de la célula germinal femenina, una *pieza intermedia* que contiene gran cantidad de mitocondrias para dar poder a los movimientos celulares y el resto de la *cola* que con sus movimientos flagelares le dan fuerza motriz a la célula. Los espermatozoides maduros son sacados de los túbulos a través de la red tubular (*rete*) y los *conductos eferentes* rectos hacia el *epidídimo*, muy enrollado. Aquí las células de revestimiento epiteliales demuestran microvellosidades altas (esterocilios) y se almacena el esperma.

Las *células intersticiales*, dispersadas entre los túbulos, incluyen células de tejido conectivo así como células secretorias (*de Leydig*), las cuales se sabe que producen y secretan testosterona hacia los capilares adyacentes. Esta hormona sexual masculina estimula el desarrollo de conductos y glándulas del tracto reproductor en la pubertad (generalmente entre los 11 y 14 años de edad) así como los caracteres sexuales secundarios (crecimiento del vello corporal, cambio de voz debido a modificaciones en la estructura de la laringe, aumento del crecimiento del esqueleto, etc.). La secreción de testosterona está influenciada por hormonas de la glándula pituitaria.

APARATO REPRODUCTOR URETRA, PENE Y REGIÓN UROGENITAL*

véanse también 93, 30, 94, 88

NC 17

1. Reserve los colores azul para la vena (i), rojo para la arteria (j) y amarillo para el nervio (k) que se localizan en el corte transversal del pene en el diagrama inferior.
2. Ilumine los diagramas superior e inferior simultáneamente. El diafragma urogenital se ha agrandado en los dos esquema superiores para mejor visualizar e iluminar sus estructuras.

URETRA*

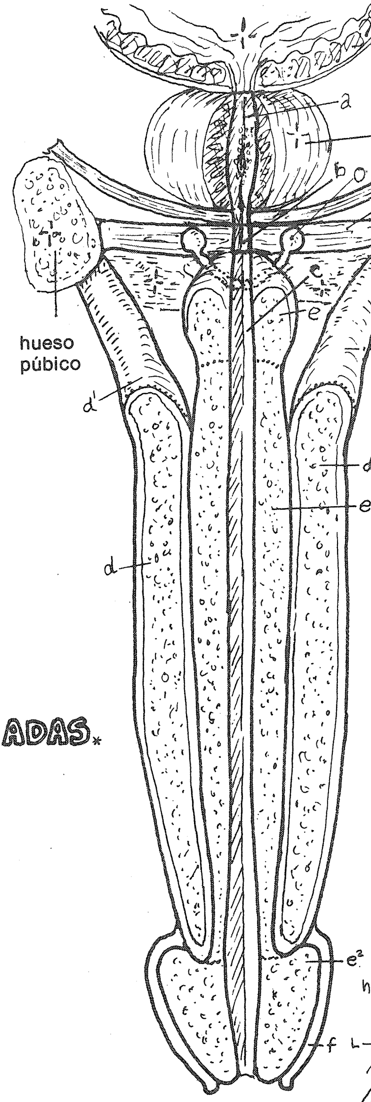
URETRA PROSTÁTICA a
U. MEMBRANOSA b
U. PENIANA c

PENE*

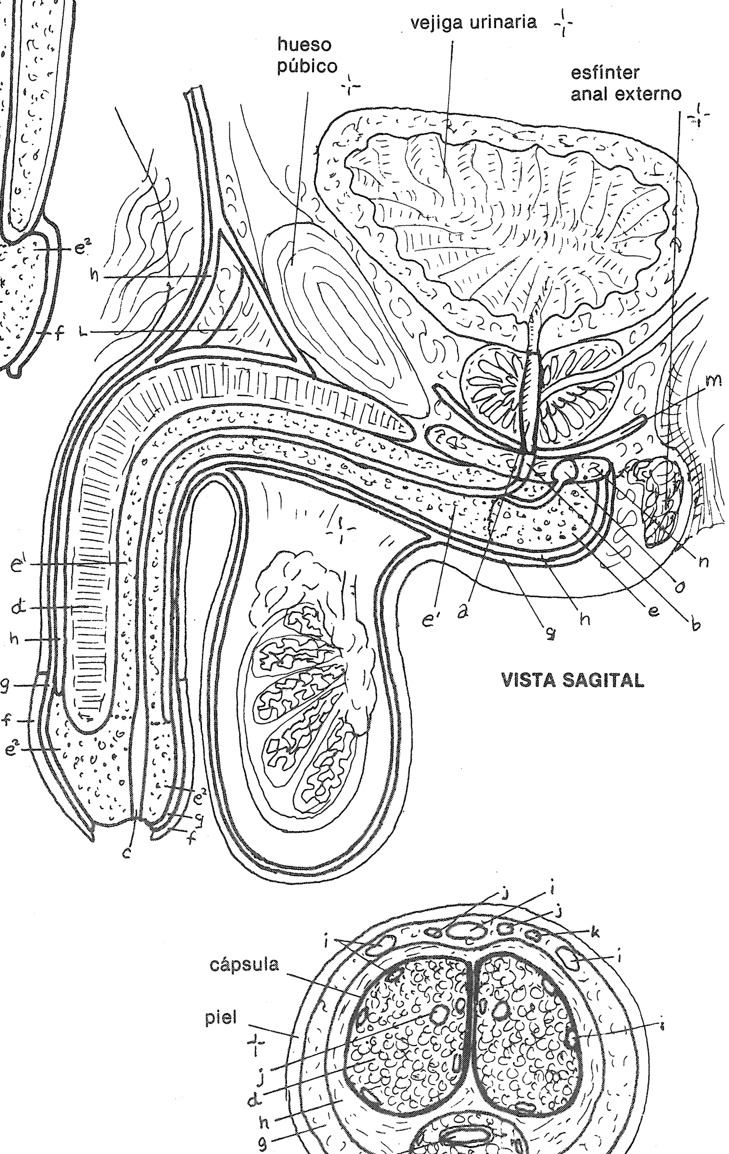
CUERPO CAVERNOSO d
RAÍZ DEL PENE d'
BULBO DEL PENE e
CUERPO ESPONJOSO e'
GLANDE e²
PREPUCIO f

ESTRUCTURAS RELACIONADAS*

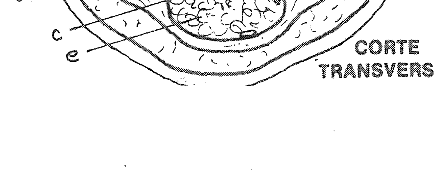
FASCIA SUPERFICIAL g
FASCIA PROFUNDA h
VENA i ARTERIA j
NERVIO k
LIGAMENTO SUSPENSORIO l
ELEVADOR DEL ANO m
(DIAFRAGMA PÉLVICO) m
DIAFRAGNA UROGENITAL n
GLÁNDULA BULBOURETRAL o



VISTA FRONTAL
(esquemática)



VISTA SAGITAL



CORTE TRANSVERSAL

El *pene* está constituido por tres cuerpos de tejido eréctil, envueltos por dos capas de fascia. Los *cuerpos cavernosos* (dos cuerpos laterales) se originan en la parte inferior del hueso del pubis; el *cuerpo esponjoso* central se origina como un *bulbo* suspendido del *diafragma urogenital*. Es a través del *bulbo del pene* que pasa la uretra proveniente de la próstata y el diafragma urogenital encima de él. Los tres cuerpos están unidos dentro de una media de *fascia perineal profunda* y cuelgan como una unidad suspendida por el *ligamento suspensorio*. Estas raíces del pene son los principales ocupantes de la porción urogenital del periné (véase lámina 30). En caso de extravasación (escurrimiento) de orina, el arreglo de las capas de fascia dirige la acumulación de líquido hacia las paredes anteriores del tórax y el abdomen y no hacia las nalgas, muslos o escroto. El tejido eréctil está formado por lagunas venosas (senos cavernosos) unidos por tejido fibroelástico. Estos senos están alimentados por pequeñas ramas de las arterias profundas del pene. Durante la actividad sexual, estas *arterias* se dilatan y el volumen de sangre que entra en los senos aumenta, dilatándolos. Como resultado, las *venas pequeñas*, que normalmente drenan los cuerpos cavernosos, son presionadas contra la cápsula de los cuerpos eréctiles y la sangre no puede drenarse. El pene aumenta de tamaño y se torna rígido (erección). El glande por su parte no posee una cápsula gruesa y así, conforme aumenta el ingreso arterial, también lo hace el drenaje venoso, y por ello el glande no se torna rígido. Generalmente se necesita un pene rígido para la penetración vaginal y la incapacidad para lograr la erección constituye la impotencia.

La *uretra*, en el varón, tiene tres porciones. La *porción prostática* recibe orina proveniente de la vejiga urinaria, esperma de los conductos eyaculatorios y secreciones de la próstata a través de varios conductos. Un complejo mecanismo neuromuscular impide la salida de orina durante la formación de semen. La uretra, que contiene gran cantidad de glándulas secretoras de moco en su mucosa, continúa a través del diafragma pélvico y hacia el delgado diafragma urogenital, un esfínter fibromuscular que contiene las glándulas bulbouretrales. Ésta es la *uretra membranosa*. Al salir del diafragma, la uretra entra inmediatamente en el bulbo del pene para pasar a través del cuerpo esponjoso (*uretra esponjosa o peniana*) y se abre al exterior en el glande.

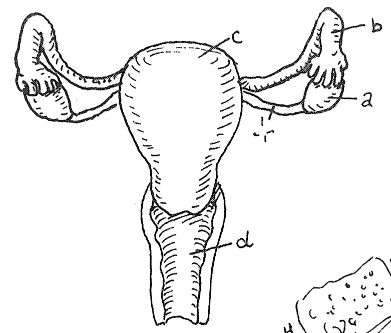
LÁMINA 96

véanse también 93, 88, 30

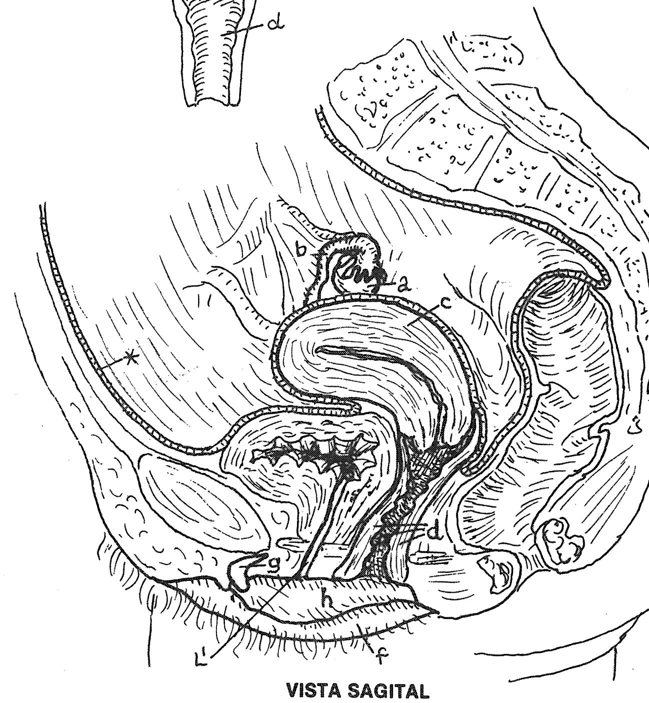
APARATO REPRODUCTOR
EL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO*

NC 18

1. Ilumine simultáneamente los dos esquemas (superiores) de las estructuras reproductoras internas. En la vista sagital ilumine en gris la línea doble (*) que representa el peritoneo.
2. En el esquema inferior ilumine el vestíbulo también en gris, después de haber coloreado las demás estructuras que se localizan en esa área (l-p).
3. Ilumine la vagina (d) y su orificio (o) del mismo color.
4. Note que las estructuras (f-h) se muestran en ambos esquemas principales.



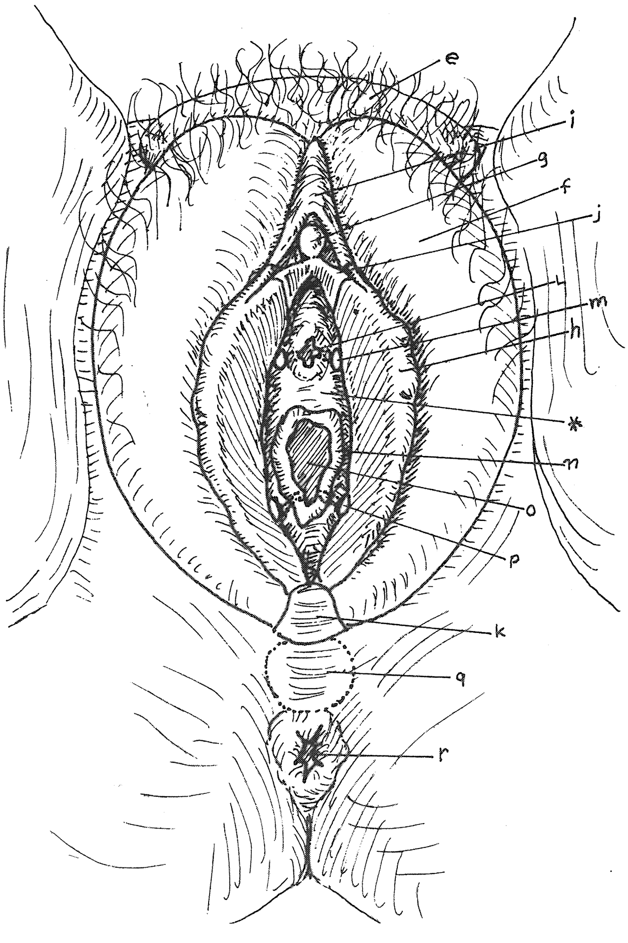
ÓRGANOS REPRODUCTORES INTERNOS*
OVARIO a
TROMPA DE FALOPIO, OVIDUCTO UTERINO b
ÚTERO c
VAGINA d



VISTA SAGITAL

El *aparato reproductor femenino* está formado por partes internas y externas. El órgano primario de este aparato es el *ovario*, el cual produce las células germinales femeninas (óvulos) y secreta las hormonas estrógenos y progesterona. Los estrógenos son la principal hormona femenina y es responsable, entre otras cosas, de las caraterísticas sexuales secundarias (desarrollo de mamas, ensanchamiento de las caderas, crecimiento del vello púbico, etc.) así como del desarrollo de las glándulas y conductos del tracto reproductor en la pubertad. El ovario, al igual que el testículo, se origina en la pared posterior del abdomen (a un lado de los riñones) durante el desarrollo fetal temprano. También desciende a lo largo de esa pared como el testículo, pero es interrumpido tempranamente en su camino, por un par de ligamentos hacia el ovario y el útero y es retenido en la pelvis. El *útero* sirve como lugar de implantación y nutrición del nuevo embrión; las *tubas uterinas o trompas de Falopio* son el vehículo para la conducción del huevo —fertilizado o no— hacia el útero. La *vagina*, una vaina fibromuscular, recibe el semen proveniente del pene, lo transmite al útero y actúa como canal del parto, del útero al exterior, para el recién nacido. A pesar de que los ovarios y los testículos comparten un origen común, así como las estructuras genitales externas masculinas y femeninas, el útero, sus trompas y los dos tercios superiores de la vagina se originan de un sistema de conductos muy diferentes a los del varón.

ESTRUCTURAS GENITALES EXTERNAS*
MONTE DE VENUS e
LABIOS MAYORES f
CLÍTORIS g
LABIOS MENORES h
  PREPUCIO DEL CLÍTORIS i
  FRENILLO DEL CLÍTORIS j
HORQUILLA k
VESTÍBULO*
  ORIFICIO DE LA URETRA l/URETRA l'
  GLÁNDULAS PARAURETRALES m
  HIMEN n
  ORIFICIO VAGINAL o
  GLÁNDULAS VESTIBULARES p
CUERPO PERINEAL q
ANO r



El *monte de Venus* y los *labios mayores* comparten una estructura común: el tejido fibroso y adiposo. Los *labios menores* más pequeños y pigmentados contribuyen a formar el capuchón del *clítoris* hacia la parte anterior y en la parte posterior se unen a los labios mayores formando una *horquilla*. La hendidura entre los labios menores es el *vestíbulo* y recibe los orificios de la *uretra* corta, la *vagina* y los pequeños conductos de cuatro *glándulas*. Los orificios de la uretra y la vagina se abren aquí: normalmente se encuentran colapsados y cerrados. El *himen* es una capa de mucosa que cubre completa o incompletamente el orificio vaginal en la mujer núbil. A menudo se pueden observar restos de él (como se muestra) en la mujer sexualmente activa. El *cuerpo perineal*, por debajo de la piel, en el lugar indicado, es una masa fibromuscular que sirve como tendón central a un número de músculos perineales todos los cuales ayudan a estabilizar y dar sostén a las estructuras perineales y al útero.

APARATO REPRODUCTOR
EL OVARIO*

LÁMINA 97

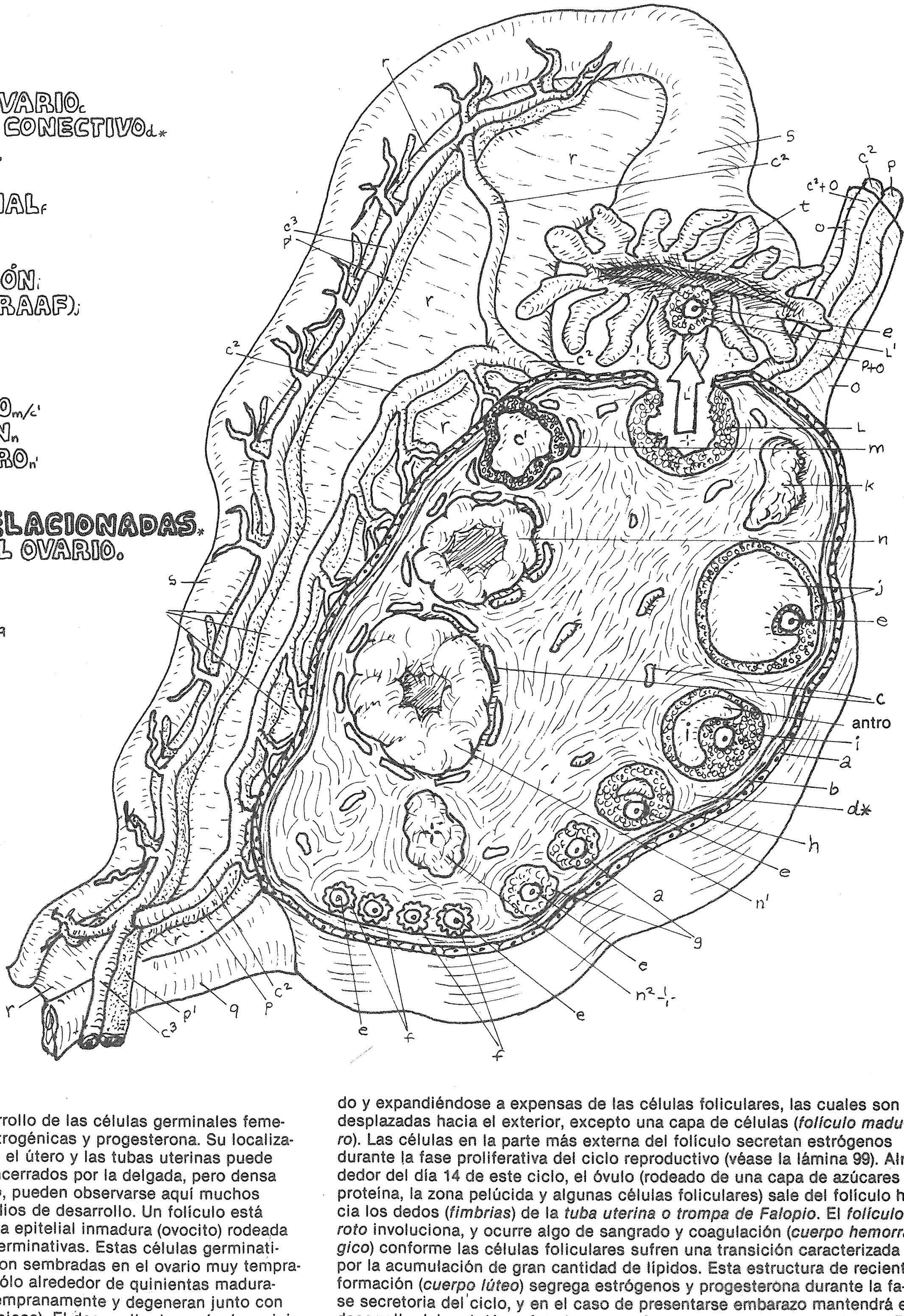
véase también 96

NC 18

1. Reserve el color rojo para todos los vasos marcados con (c), azul para (p-p^1) y amarillo para el cuerpo lúteo (n-n^1) y deje el cuerpo blanco (n^2) sin colorear. Ilumine (a) y (s) del mismo color que (a) y (b), respectivamente, en la lámina 96.
2. El tejido conectivo de la superficie del ovario debe ser iluminado de color gris claro.
3. Ilumine todos los ovocitos y óvulos del mismo color (e) aún cuando los folículos circundantes o el antro lleven otro color. Note el folículo en degeneración (atrésico) (k), el cual no se encuentra en la serie de desarrollo folicular progresivo.
4. Observe que el cuerpo hermorrágico (m) lleva el mismo color rojo en el interior para sugerir sangre coagulada.
5. El ligamento suspensorio del ovario (o) se muestra como si fuera transparente, así que ilumine el ligamento por encima de los vasos que pasan a través de él.

EPITELIO$_a$
TÚNICA ALBUGÍNEA$_b$
CAPILARES EN EL OVARIO$_c$
ESTROMA DE TEJIDO CONECTIVO$_{d*}$
EPITELIO OVOGÉNICO.
  OVOCITO/ÓVULO$_e$
  FOLÍCULO PRIMORDIAL$_f$
  FOL. PRIMARIO$_g$
  FOL. SECUNDARIO$_h$
  FOL. EN MADURACIÓN$_i$
  FOL. MADURO (DE GRAAF)$_j$
  FOL. ATRÉSICO$_k$
  FOL. ROTO$_L$
  ÓVULO EXPULSADO$_{L'}$
CUERPO HEMORRÁGICO$_{m/c'}$
CUERPO LÚTEO JOVEN$_n$
CUERPO LÚTEO MADURO$_{n'}$
CUERPO BLANCO$_{n^2}$-¦-

ESTRUCTURAS RELACIONADAS*
LIG. SUSPENSORIO DEL OVARIO$_o$
  A.$_{c^2}$/Y V. OVÁRICAS$_p$
A.$_{c^3}$/Y V. UTERINAS$_{p'}$
LIGAMENTO OVÁRICO$_q$
MESOOVARIO$_r$
TROMPA DE FALOPIO$_s$
  FIMBRIA$_t$



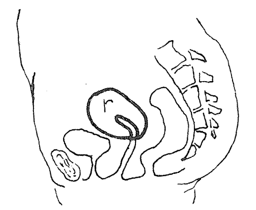
Las funciones del ovario son el desarrollo de las células germinales femeninas y la secreción de hormonas estrogénicas y progesterona. Su localización y relación con estructuras como el útero y las tubas uterinas puede observarse en la siguiente lámina. Encerrados por la delgada, pero densa *túnica albugínea revestida de epitelio*, pueden observarse aquí muchos folículos ováricos en diferentes estadios de desarrollo. Un folículo está constituido por una célula germinativa epitelial inmadura (ovocito) rodeada por una o más capas de células no germinativas. Estas células germinativas —más de 400,000 de ellas— fueron sembradas en el ovario muy tempranamente en el desarrollo. De éstas, sólo alrededor de quinientas madurarán, el resto detienen su desarrollo tempranamente y degeneran junto con sus células foliculares (folículos atrésicos). El desarrollo de un *óvulo* se inicia con el *folículo primordial*: un ovocito con una capa de células foliculares. El ovocito aumenta en tamaño y madurez conforme aumentan el número las células foliculares. En el *estadio de folículo secundario*, aparece un pequeño lago (antro) lleno de licor folicular. Este antro continúa aumentando y expandiéndose a expensas de las células foliculares, las cuales son desplazadas hacia el exterior, excepto una capa de células (*folículo maduro*). Las células en la parte más externa del folículo secretan estrógenos durante la fase proliferativa del ciclo reproductivo (véase la lámina 99). Alrededor del día 14 de este ciclo, el óvulo (rodeado de una capa de azúcares proteína, la zona pelúcida y algunas células foliculares) sale del folículo hacia los dedos (*fimbrias*) de la *tuba uterina o trompa de Falopio*. El *folículo roto* involuciona, y ocurre algo de sangrado y coagulación (*cuerpo hemorrágico*) conforme las células foliculares sufren una transición caracterizada por la acumulación de gran cantidad de lípidos. Esta estructura de reciente formación (*cuerpo lúteo*) segrega estrógenos y progesterona durante la fase secretoria del ciclo, y en el caso de presentarse embarazo mantendrá el desarrollo del embrión o feto hasta por 3 meses con estas secreciones. En caso de no haber embarazo, el cuerpo lúteo involucionará y degenerará en *cuerpo blanco*. Pueden observarse en el ovario, al mismo tiempo, estructuras relacionadas con 2 ó 3 diferentes ciclos consecutivos (folículo primordial de uno, cuerpo lúteo de otro y cuerpo blanco de un tercero).

APARATO REPRODUCTOR
EL ÚTERO Y LAS TROMPAS DE FALOPIO*

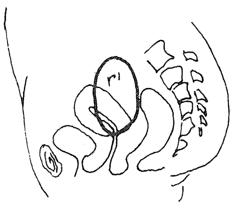
véanse también 96, 97

NC 17

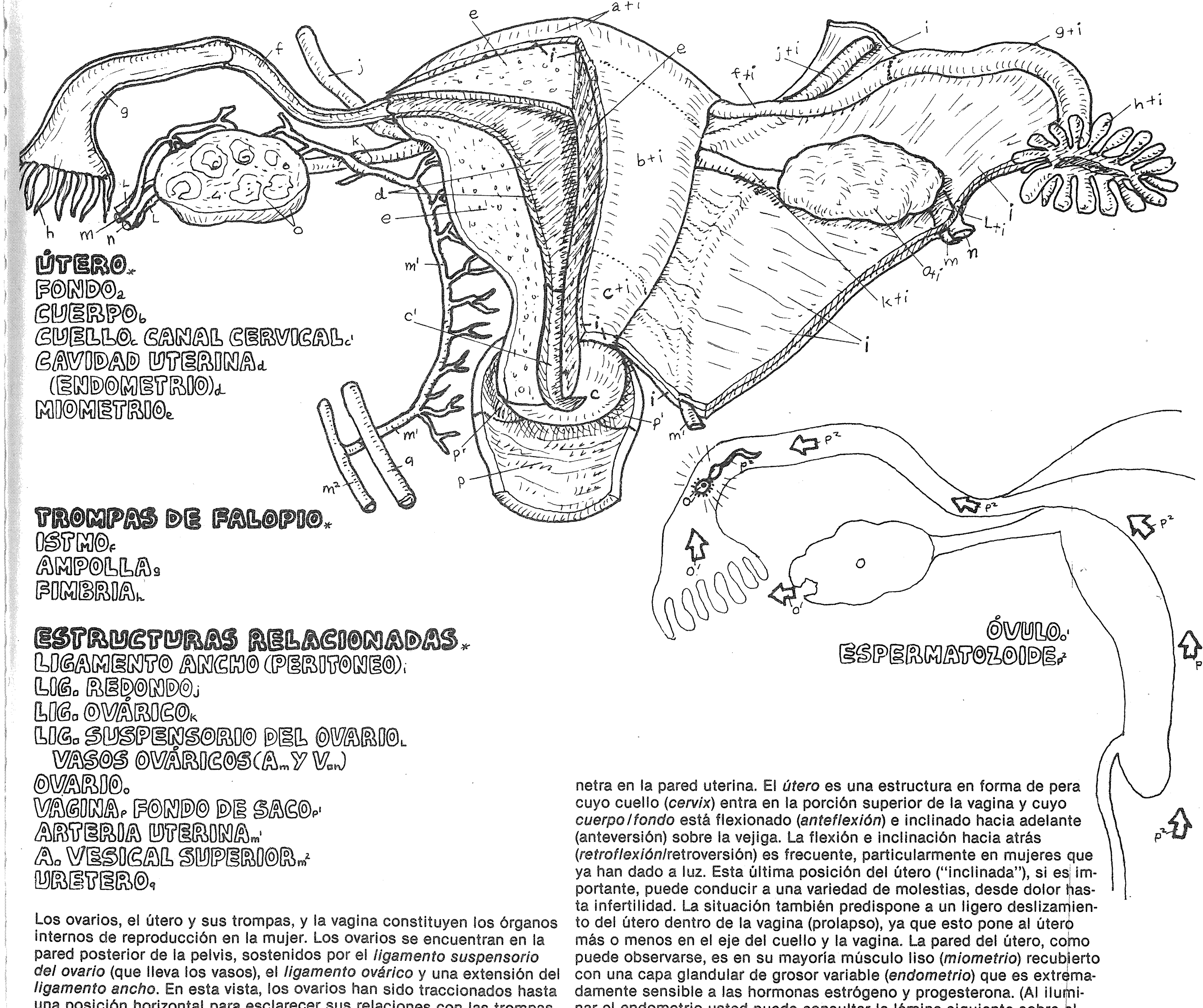
1. El útero, sus trompas, el ovario y ligamentos relacionados se encuentran cubiertos por el peritoneo: el ligamento ancho (i). Ilumine cada porción del útero (a, b, c), sus trompas (f, g, h), el ovario y su ligamento (o, k, l), y el ligamento redondo (j). Después, en el lado izquierdo del útero, ilumine el ligamento ancho (i) de color gris claro sobre las estructuras iluminadas previamente. De esta manera tendrá iluminadas en color las diferentes estructuras y también su recubrimiento peritoneal (a + i, b + i, c + i, f + i, g + i, h + i, k + i, l + i y o + i). Nótese que la *orilla cortada* del peritoneo sobre el útero recibe sólo el color gris del peritoneo (i).
2. Al iluminar el fondo (a), cuerpo (b) y cuello o cérvix (c), note que sólo está iluminando la superficie externa de estas estructuras. Internamente usted ilumina las estructuras (c^1, d, e) comunes a todas las porciones del útero.
3. Ahora ilumine el diagrama inferior derecho: el ovario, el óvulo y sus flechas direccionales del mismo color que en el esquema central, y el esperma y sus flechas direccionales del mismo color que la vagina en la cual es depositado por el pene. El espermatozoide está aumentado varias veces su tamaño en este diagrama.
4. Utilice rojo para la arteria ovárica (m) y azul para la vena ovárica (n).



ANTEFLEXIÓN$_r$



RETROFLEXIÓN$_{r'}$



ÚTERO*
FONDO$_a$
CUERPO$_b$
CUELLO$_c$ CANAL CERVICAL$_{c'}$
CAVIDAD UTERINA$_d$
(ENDOMETRIO)$_d$
MIOMETRIO$_e$

TROMPAS DE FALOPIO*
ISTMO$_f$
AMPOLLA$_g$
FIMBRIA$_h$

ESTRUCTURAS RELACIONADAS*
LIGAMENTO ANCHO (PERITONEO)$_i$
LIG. REDONDO$_j$
LIG. OVÁRICO$_k$
LIG. SUSPENSORIO DEL OVARIO$_l$
VASOS OVÁRICOS (A.$_m$ Y V.$_n$)
OVARIO$_o$
VAGINA$_p$ FONDO DE SACO$_{p'}$
ARTERIA UTERINA$_{m'}$
A. VESICAL SUPERIOR$_{m^2}$
URETERO$_q$

ÓVULO$_{o'}$
ESPERMATOZOIDE$_{p^2}$

Los ovarios, el útero y sus trompas, y la vagina constituyen los órganos internos de reproducción en la mujer. Los ovarios se encuentran en la pared posterior de la pelvis, sostenidos por el *ligamento suspensorio del ovario* (que lleva los vasos), el *ligamento ovárico* y una extensión del *ligamento ancho*. En esta vista, los ovarios han sido traccionados hasta una posición horizontal para esclarecer sus relaciones con las trompas o tubas uterinas. Al iluminar el ovario, regrese a la lámina anterior sobre el ciclo ovárico para mayor detalle. Las *trompas o tubas uterinas* son extensiones laterales del útero, revestidas de epitelio columnar ciliado sostenido por tejido conectivo y músculo liso. Las contracciones rítmicas de este músculo ayudan al *óvulo* en su viaje hacia la *cavidad uterina*, y las células de recubrimiento lo mantienen nutricionalmente. La trompa muestra tres porciones bien definidas: la *fimbria*, que encierra la superficie anterior y superior del ovario, "atrapa" el óvulo expulsado y lo mueve rápidamente hacia su interior; la *ampolla* o porción más ancha de la trompa y el *istmo*, cuya luz se estrecha conforme penetra en la pared uterina. El *útero* es una estructura en forma de pera cuyo cuello (*cervix*) entra en la porción superior de la vagina y cuyo *cuerpo/fondo* está flexionado (*anteflexión*) e inclinado hacia adelante (anteversión) sobre la vejiga. La flexión e inclinación hacia atrás (*retroflexión*/retroversión) es frecuente, particularmente en mujeres que ya han dado a luz. Esta última posición del útero ("inclinada"), si es importante, puede conducir a una variedad de molestias, desde dolor hasta infertilidad. La situación también predispone a un ligero deslizamiento del útero dentro de la vagina (prolapso), ya que esto pone al útero más o menos en el eje del cuello y la vagina. La pared del útero, como puede observarse, es en su mayoría músculo liso (*miometrio*) recubierto con una capa glandular de grosor variable (*endometrio*) que es extremadamente sensible a las hormonas estrógeno y progesterona. (Al iluminar el endometrio usted puede consultar la lámina siguiente sobre el ciclo reproductivo). En el lugar donde el cervix penetra en la *vagina*, se forma un canal o fosa alrededor de él (*fondo de saco o fornix vaginal*). Esta área fibroelástica se expande considerablemente durante el coito. Justamente al lado del cérvix o cuerpo del útero, pasa el *uretero* en su camino hacia la vejiga, muy cerca de la *arteria uterina* (una relación importante para el cirujano ginecólogo). Debido a la potencialmente precaria posición del útero, el sostén ligamentario de esta estructura es crucial. El ligamento ancho, una capa de peritoneo en forma de sábana sobre el útero, sus trompas y los ovarios, juega el papel de sostén más importante, en asociación con otros que no se muestran aquí.

APARATO REPRODUCTOR
EL CICLO REPRODUCTIVO*

véanse también 97, 98, 108

NC 10

1. Ilumine las curvas de la hormona folículoestimulante (HFE) y de la hormona luteinizante (HL) del día 1 al 28. Ya que estas hormonas tienen influencia en el ciclo ovárico, ilumine los folículos ováricos (a-a^{3}), el folículo ovulando (a^{4}), los cuerpos lúteos (b-b^{1}), y el cuerpo blanco en desarrollo (c).

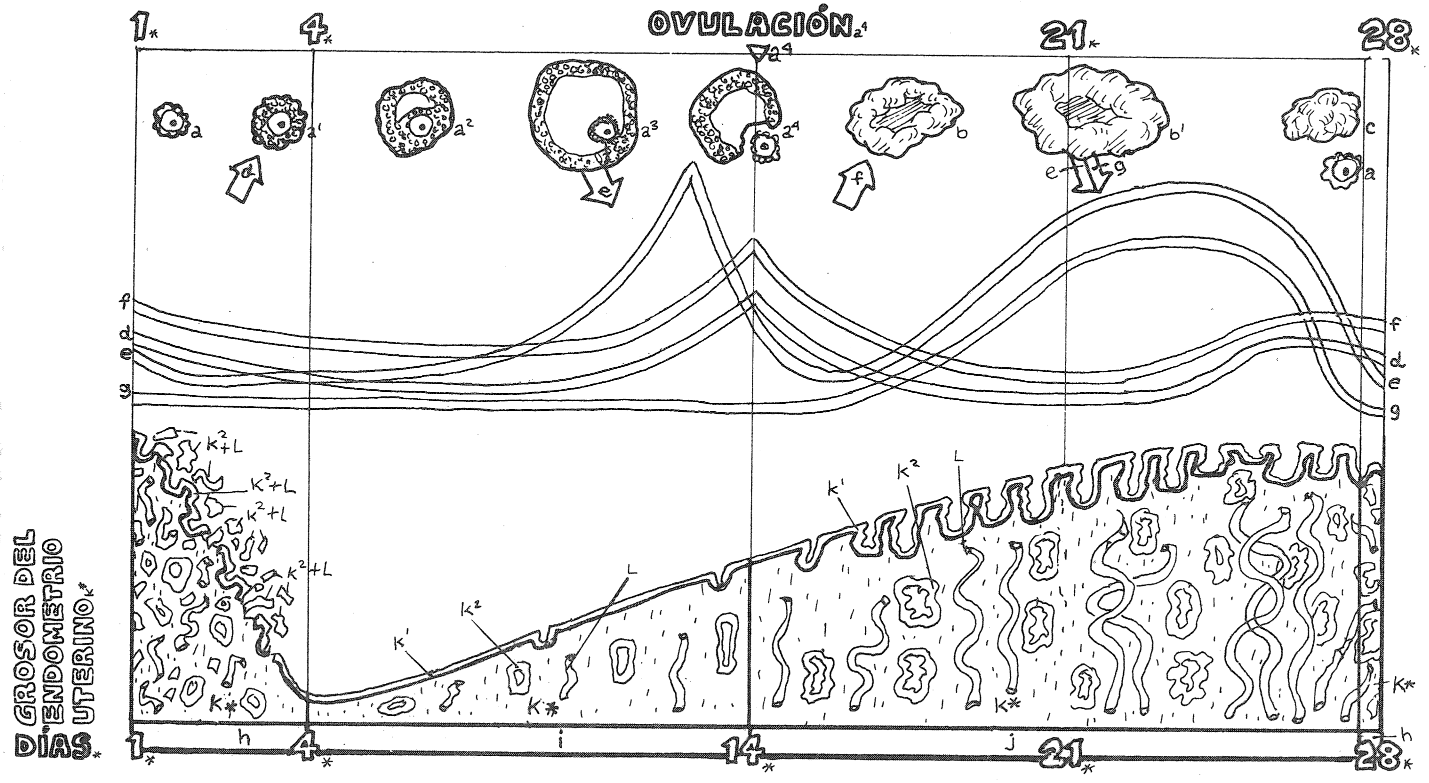
2. Ilumine las curvas de estrógenos y progesterona del día 1 al 28. Ya que estas hormonas influencian el ciclo del endometrio uterino, ilumine la barra horizontal que se encuentra debajo del endometrio en las fases proliferativa y secretoria (i y j) del día 4 al 28. Entonces ilumine la barra horizontal debajo del endometrio en deterioro (h) del día 28 al 4 en rojo (note usted que las áreas por iluminar se encuentran a ambos lados de la gráfica). Después ilumine las estructuras (k^{1}-l) notando cómo se desarrollan en el endometrio hasta el inicio de la menstruación. La estructura (l) deberá ser iluminada de color rojo; note también que el epitelio en degeneración y las glándulas (k^{1} y k^{2}) sobreponen sus colores a las arterias espirales rotas (l) en la menstruación (l^{1} y k^{2}).

3. Los días marcados en esta lámina representan promedios. Los períodos varían de persona a persona y de ciclo a ciclo. Las curvas del ciclo hormonal reflejan los niveles relativos de hormonas en el plasma sanguíneo. Estas curvas son significativas por la manera en que se relacionan unas con otras y no como indicadores de cifras absolutas.

CICLO OVÁRICO
FOL. PRIMORDIAL$_{a}$
FOL. PRIMARIO$_{a^{1}}$
FOL. SECUNDARIO$_{a^{2}}$
FOL. MADURO$_{a^{3}}$
OVULACIÓN$_{a^{4}}$
CUERPO LÚTEO$_{b, b^{1}}$
CUERPO BLANCO$_{c}$

CICLO HORMONAL*
HFE$_{d}$
ESTRÓGENO$_{e}$
HL$_{f}$
PROGESTERONA$_{g}$

CICLO MENSTRUAL*
MENSTRUACIÓN$_{h}$
FASE PROLIFERATIVA$_{i}$
FASE SECRETORIA$_{j}$
ENDOMETRIO$_{k*}$
  EPITELIO$_{k^{1}}$
  GLÁNDULAS$_{k^{2}}$
  ARTERIAS ESPIRALES$_{L}$
  MENSTRUO$_{k^{2}+L}$



El *ciclo reproductivo femenino humano*, de 28 días, iniciado y mantenido por *hormonas*, que producen alteraciones importantes en la estructura *ovárica* (folicular) y *uterina* (endometrial) y que se caracteriza por un período de "sangrado" (*menstruación*), se inicia alrededor de los 12 años de edad (menarca) y termina alrededor de los 45 años de edad (menopausia). Los cambios progresivos que ocurren en el ovario y el útero durante cada ciclo sirven para desarrollar y liberar la célula germinativa femenina para una posible fertilización por la célula germinal masculina y para preparar el endometrio para la implantación del óvulo fecundado, respectivamente.

El primer día de la menstruación se considera como el primero del ciclo y, generalmente, termina para el 5o. día. En este momento, el crecimiento endometrial se reanuda bajo la influencia del *estrógeno*, continúa hasta el 14o. día (*fase proliferativa*) y sigue hasta alrededor del día 28. Entre el 14 y 28 el *endometrio* también muestra signos de aumento en el crecimiento y secreción glandular (*fase secretoria*), debido principalmente a la influencia de la *progesterona*. Alrededor del día 26, en ausencia de fertilización, bajan los niveles de estrógeno y progesterona, y el endometrio empieza a romperse (menstruación) por el día 28. Si ocurre fecundación (alrededor del día 16), los niveles de estrógeno y progesterona se mantienen altos y el endometrio permanece en condiciones nutricionales adecuadas para aceptar el óvulo fecundado. Dejemos al útero por un momento.

Nuevamente, alrededor del día 26, después de que para la hipófisis se hizo aparente el que no ocurrió ni ocurrirá fecundación, la glándula empezó a secretar hormona folículo estimulante (*HFE*), la cual estimuló al ovario para el desarrollo de un nuevo folículo (óvulo) para el *siguiente ciclo*. Para el día 28 y los días que siguen inmediatamente del nuevo ciclo (al mismo tiempo que en el útero está presentándose la menstruación), el ovario ya se encuentra adentrado en el camino de producir un nuevo óvulo. Para el día 6, el nuevo folículo se encuentra produciendo estrógenos, los cuales actúan en el útero para estimular crecimiento del endometrio. En el día 14 el óvulo ya ha madurado suficientemente para salir del ovario (ovulación), un fenómeno complejo que requiere niveles relativamente altos de HFE, HL y estrógeno. El folículo roto entonces se transforma en un *cuerpo amarillo* rico en grasas, bajo la influencia de la hormona luteinizante (HL). Este cuerpo, a su vez, produce niveles relativamente altos de estrógeno y progesterona, estimulando el crecimiento continuo y la secreción glandular en el endometrio. Si ocurre fecundación, el cuerpo lúteo continúa secretando hormonas por los siguientes 90 días. Si no ocurriera fecundación, el cuerpo lúteo inicia su involución alrededor del día 26, deja de secretar sus hormonas, y lentamente degenera hacia cuerpo blanco. Al faltarle la estimulación hormonal, la velocidad de secreción del endometrio es superada por la velocidad de absorción de líquido de las venas locales y los tejidos se colapsan. Las *arterias espirales* son inducidas a una vasoconstricción o dobladas hasta el punto en que sobreviene su ruptura. Las glándulas, arterias, venas, tejidos conectivo y epitelial se rompen. Se produce una vasoconstricción rápida, pero el daño está hecho. La menstruación es un hecho. El tejido roto (menstruo: en su mayoría constituido por tejido glandular y secreciones, y una pequeña cantidad de sangre, por no mencionar un óvulo no fecundado) se desprende y por gravedad cae hacia la vagina. Para el día 5, sólo alrededor de 1 mm. (de grosor) de endometrio queda para su regeneración. Mientras tanto, en el ovario...

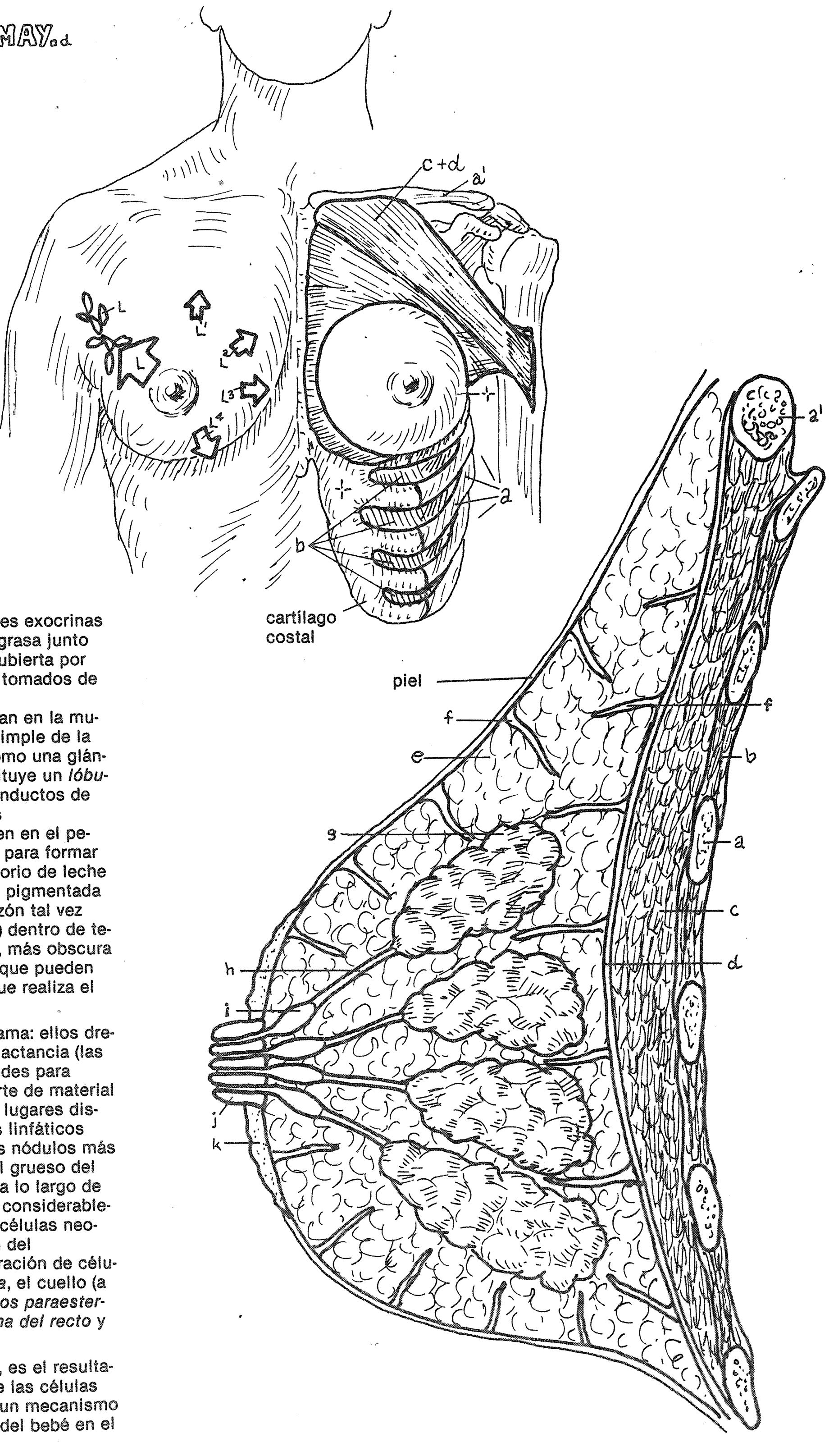
APARATO REPRODUCTOR
LA MAMA (GLÁNDULA MAMARIA)*

véanse también 33, 69, 108

NC 16
1. Se recomienda un color claro para la fascia superficial (e).
2. Ilumine el pectoral mayor (c) en ambos dibujos. En el central (superior), sobreponga el color de la fascia profunda (d) con el del pectoral mayor (c).

COSTILLA$_{a}$ CLAVÍCULA$_{a'}$
MÚSCULOS INTERCOSTALES$_{b}$
M. PECTORAL MAYOR$_{c}$
FASCIA PROFUNDA DEL PECT. MAY.$_{d}$
FASCIA SUPERFICIAL (GRASA)$_{e}$
LIGAMENTO SUSPENSORIO$_{f}$
LÓBULO GLANDULAR$_{g}$
CONDUCTO GALACTÓFORO$_{h}$
SENO LACTÍFERO$_{i}$
PEZÓN$_{j}$
AREOLA$_{k}$

DRENAJE LINFÁTICO*
NÓDULOS AXILARES$_{L}$
N. AXILARES/APICALES$_{L'}$
N. PARAESTERNALES$_{L^2}$
A LA MAMA OPUESTA$_{L^3}$
A LA VAINA DEL RECTO$_{L^4}$



La *mama* está constituida por glándulas túbuloalveolares exocrinas y sus conductos empacados en una *fascia superficial* grasa junto con nervios y vasos sanguíneos y linfáticos; se halla cubierta por piel y sostenida por *ligamentos suspensorios* fibrosos tomados de la *fascia profunda del pectoral mayor*. Las mamas son características de ambos sexos, pero sólo se desarrollan en la mujer adulta (postpubescente). La unidad funcional más simple de la mama es el lobulillo, el cual puede ser tan pequeño como una glándula con su conducto. Un conjunto de lobulillos constituye un *lóbulo*, de los cuales hay de 15 a 20 en cada mama. Los conductos de estos lóbulos —creados por la unión de los conductos lobulillares— se llaman *galactóforos* (15-20) y convergen en el pezón. Poco antes del pezón, estos conductos se dilatan para formar los *senos lactíferos*, los cuales funcionan como reservorio de leche durante la lactancia. El *pezón* está constituido por piel pigmentada con algunas fibras de músculo liso (la erección del pezón tal vez aumente el flujo de leche a través de estos conductos) dentro de tejido conectivo. La *areola* circular, también pigmentada, más obscura que la piel que la rodea, contiene glándulas sebáceas que pueden actuar como lubricante de la piel durante la succión que realiza el recién nacido.

Los *vasos linfáticos* son una parte importante de la mama: ellos drenan la porción grasa de la leche producida durante la lactancia (las moléculas de grasa son generalmente demasiado grandes para entrar en las venas), y son un vehículo para el transporte de material infectado o células neoplásicas (cáncer) de la mama a lugares distantes. Así pues, es importante considerar los nódulos linfáticos que filtran la linfa de la mama (véanse las flechas). Los nódulos más importantes tal vez sean los *axilares*, ya que reciben el grueso del flujo linfático y son fácilmente palpables en la axila y a lo largo de la pared torácica. Estos nódulos aumentan de tamaño considerablemente en respuesta a la infección o a la presencia de células neoplásicas provenientes de la mama (o cualquier porción del miembro superior). Otras rutas de flujo linfático y migración de células neoplásicas (metástasis) incluyen la *mama opuesta*, el cuello (a través del *grupo apical*), el tórax (a través de los *nódulos paraesternales*) y el abdomen (a través de los nódulos de la *vaina del recto* y diafragmáticos).

La producción de leche, que ocurre después del parto, es el resultado de la acción de varias hormonas que influyen sobre las células glandulares. La excreción de leche es el resultado de un mecanismo reflejo neuroendocrino que es iniciado por la succión del bebé en el pezón.

APARATO REPRODUCTOR. DESARROLLO DEL EMBRIÓN* (PARTE 1)

LÁMINA 101

véanse también 3, 97, 98, 99

NC 9

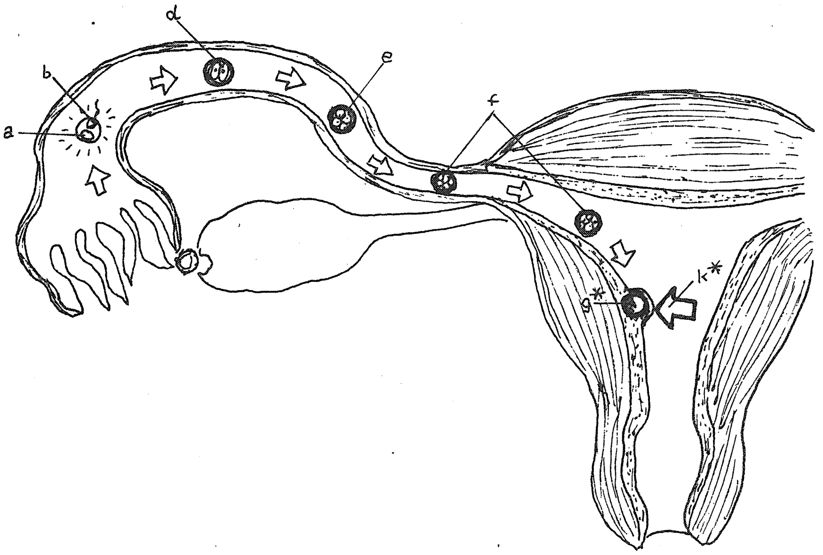
1. Esta lámina debe considerarse como la primera de una secuencia de tres láminas; los rótulos y colores serán los mismos en las tres. El texto de cada lámina puede requerir que usted consulte las otras dos, (de preferencia iluminadas) conforme vaya leyendo.
2. Después de iluminar cada estadio de desarrollo en los diagramas inferiores, ilumine su localización apropiada en la trompa o tuba uterina.

FECUNDACIÓN (A, B)*
  PRONÚCLEO FEMENINO$_a$
  CABEZA DEL ESPERMATOZOIDE$_b$
  PRONÚCLEO MASCULINO$_{b'}$
  ZONA PELÚCIDA$_c$

DIVISIÓN (C, D, E)*
  2-ETAPA DE BLASTÓMERA$_d$
  4-ETAPA DE BLASTÓMERA$_e$
  MORULA$_f$

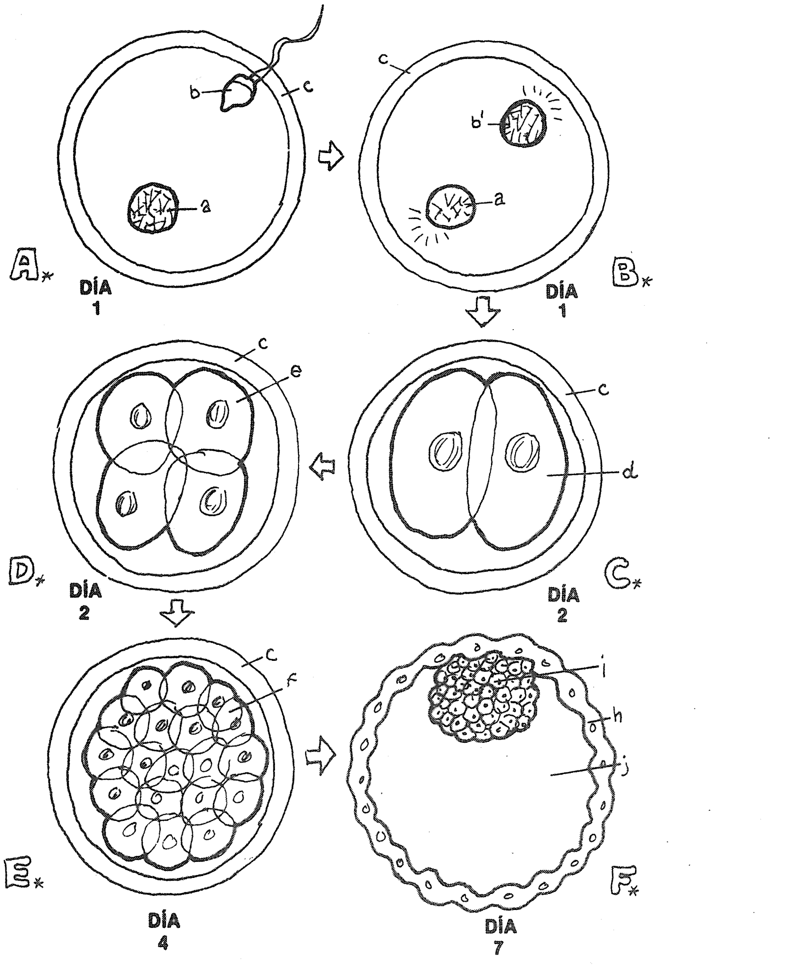
BLASTOCISTO DE ETAPA TEMPRANA (F)$_{g*}$
  TROFOBLASTOS$_h$
  MASA DE CÉLULAS INTERNAS$_i$
  BLASTOCELE$_j$

IMPLANTACIÓN$_k$



La penetración de la célula germinativa femenina (A, óvulo) por una y sólo una célula germinativa masculina (espermatozoide) constituye la *fecundación o fertilización*. Esta nueva célula con dos *pronúcleos* de 23 cromosomas cada uno se llama cigoto (B), y su formación es el primero de muchos pasos en el desarrollo de un nuevo individuo. La fecundación ocurre en la mitad externa de la trompa uterina dentro de las 24 a 36 horas después de la ovulación. Una vez que el espermatozoide ha penetrado la *zona pelúcida* y la membrana celular del óvulo (lo cual se logra en parte debido a enzimas en el acrosoma del espermatozoide), pierde su cola para convertirse en el pronúcleo masculino (b^1). Las membranas de los dos pronúcleos se funden y luego desaparecen (no se muestra), y el cigoto experimenta división celular normal. Se forman dos células hijas (*blastómeras*) cada una de las cuales tiene un núcleo con 46 cromosomas, el número encontrado en todas las células del cuerpo excepto las células germinales (óvulos y espermatozoides). La división progresiva (*segmentación*) de éstas (C) y las blastómeras subsecuentes (D, etc.) pronto crean una una masa de células (E, *mórula*) empacada dentro de la zona pelúcida y rueda lentamente hacia el útero.

Para el 7o. día después de la fecundación, la mórula en crecimiento se ha desarrollado hasta un *blastocisto* (F), pelota de células dentro de una cavidad llena de líquido (*blastocele*), en el cual se encuentra la *masa de células internas*. El blastocisto ha perdido su zona pelúcida. Alrededor del día 7 anidará en el recubrimiento del útero. Las células externas del blastocisto se llaman *trofoblastos*. Después de iluminar la siguiente lámina (parte 2), usted verá que las células del trofoblasto formarán una membrana protectora (corion) alrededor del embrión en desarrollo. A partir de esta capa crecerán prolongaciones en forma de dedos (vellosidades coriales) que servirán de punta de lanza para la implantación del blastocisto dentro del endometrio. Una capa de células (mesodermo) se desprenderá de las células del trofoblasto y formará una parte del corion y las vellosidades, el amnios y el saco vitelino. Este mesodermo *extraembrionario* (no contribuye a la formación del embrión propiamente dicho) también forma un *pedículo de fijación* que conecta al embrión con el corion. El blastocele también es extraembrionario y será englobado por el amnios en expansión (véanse estructuras de la G a la J). La masa de células internas formará el disco embrionario (véase estructura H), las membranas amnióticas y su cavidad (en la cual se desarrollará el embrión) así como el saco vitelino.



APARATO REPRODUCTOR
DESARROLLO DEL EMBRIÓN* (2)

NC 4

1. En la figura G, no deben iluminarse las células del ectodermo y endodermo embrionario (disco, n).
2. Ilumine el mesodermo (h^1) y el pedículo de fijación (h^2) del mismo color que el trofoblasto (h). En las figuras I y J, el trofoblasto (h) y el mesodermo que se encuentra por debajo (h^1) forman el corion y las vellosidades (h^3, h^4) y debe ir del mismo color. En la figura J, la porción inferior del saco vitelino es ahora la cavidad que se encuentra por encima de la parte endodérmica del embrión (p) y no debe ser iluminada. Nótese como el mesodermo extraembrionario del amnios y el saco vitelino se continúan con el mesodermo embrionario del corazón en desarrollo en la figura J.
3. El saco vitelino (m) y el alantoides (m^1) deben ser del mismo color.
4. El título del cordón umbilical (s) que señala un grupo de estructuras que forman el cordón, debe recibir un color diferente, el cual será utilizado para el cordón en la siguiente lámina.

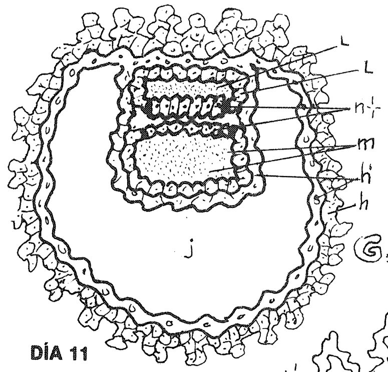
BLASTOCISTO (F, G, H)*
  TROFOBLASTO$_{h}$
  MESODERMO$_{h^1}$/PEDÍCULO DE FIJACIÓN$_{h^2}$
  BLASTOCELE$_{j}$
    AMNIOS$_{L}$/CAVIDAD AMNIÓTICA$_{L^1}$
    SACO VITELINO$_{m}$
  DISCO EMBRIONARIO$_{n}$-¦-

EMBRIÓN (I, J)*
  PARTE$_{o/p}$-¦- ECTODÉRMICA$_{o}$/MESODÉRMICA$_{p}$
  PARTE ENDODÉRMICA$_{q}$-¦-

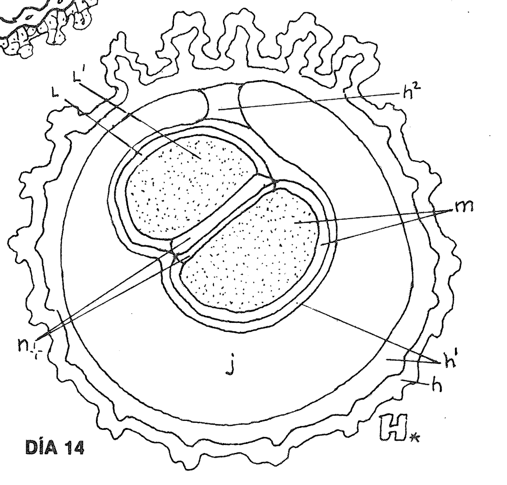
CORION$_{h^3}$ VELLOSIDADES CORIALES$_{h^4}$
ALANTOIDES$_{m^1}$

En esta lámina usted verá que la capa de trofoblasto contribuye a las membranas que envuelven al embrión y que la masa de células internas (vistas en la lámina anterior) forman el embrión, sus membranas amnióticas y el saco vitelino. En las figuras de la G a la J siga usted el destino de las estructuras que se discuten en seguida.

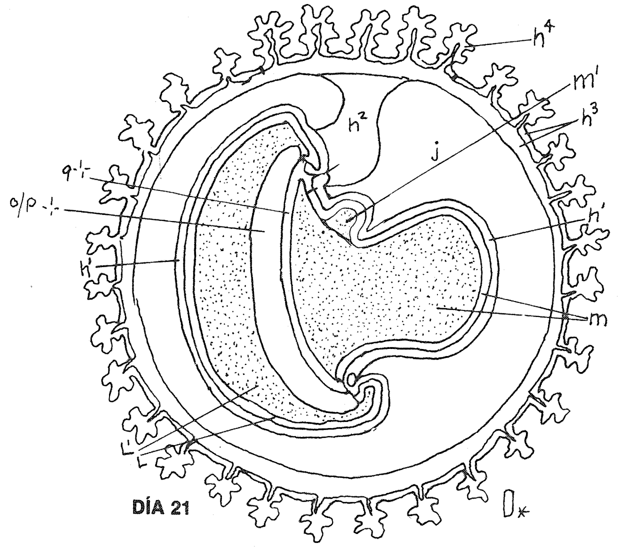
El *trofoblasto* (h) y el *mesodermo* que se encuentra por debajo (h^1) se convierten en el *corion* (h^3) y las *vellosidades coriales* (h^4). En el estadio más avanzado de desarrollo del embrión, la mayoría de las vellosidades desaparecen excepto por la parte que penetró primero el revestimiento uterino y esta parte (h^4) representa la contribución fetal para el desarrollo de la placenta. Note como el mesodermo extraembrionario (h^1) no sólo forma parte del corion sino que también se transforma en parte del amnios y del saco vitelino. La *cavidad amniótica* (l^1) se forma dentro de la masa de células internas, separando el embrión en formación del *amnios*. La cavidad amniótica se expande a expensas del blastocele (G-J) el cual se gasta conforme el amnios en expansión y el embrión en crecimiento fuerzan el saco vitelino, el alantoides y el pedículo de fijación a formar una sola estructura (el *cordón umbilical*, que se muestra en la figura J). Alrededor del día 14 el *saco vitelino* primitivo disminuye su tamaño y es reemplazado por un saco viteli no secundario (proceso que no se muestra). Su endodermo produce las futuras células germinativas del ovario y del testículo. Es insignificante como fuente nutritiva y finalmente es ahogado por el embrión y el amnios que se expande. La porción constreñida (pedúnculo vitelino) es incorporada al cordón umbilical mientras el saco puede permanecer intacto hasta el nacimiento. El techo del saco vitelino contribuye al embrión en formación con el endodermo embrionario. El *alantoides* (m^1) (figuras I y J) es una saculación del saco vitelino. No es funcionalmente importante en el hombre, sin embargo, el mesodermo que lo rodea (figura J) desarrolla los vasos umbilicales que conducirán sangre materna de la placenta hacia el feto y sangre fetal de regreso a la placenta. El *embrión* se desarrolla dentro de la masa de células internas como un disco de dos capas de epiblasto (ectodermo embrionario y mesodermo potencial) y endodermo que se ve en la figura G. Entre el día 14 y el 21, algunas de las células ectodérmicas primitivas emigran entre el ectodermo y el endodermo (no se muestra en estas vistas). Estas células emigrantes se llaman mesodermo *embrionario*. El embrión consta ahora de tres capas germinativas primarias, y a partir de éstas se desarrollan todas las estructuras del cuerpo humano. En los dibujos de A a la J, hemos mostrado —y usted ha iluminado— el desarrollo del embrión de tres capas, su cordón umbilical y sus membranas principales, el corion y el amnios.



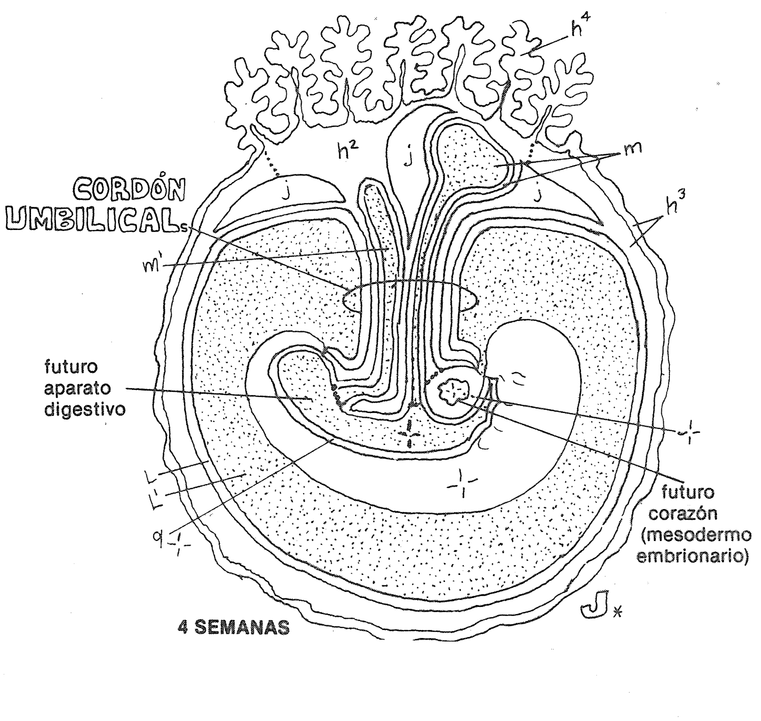
DÍA 11



DÍA 14



DÍA 21



4 SEMANAS

APARATO REPRODUCTOR
EMBRIÓN/FETO$_{*}$
MEMBRANAS FETALES/MATERNAS$_{*}$
PLACENTA$_{*}$

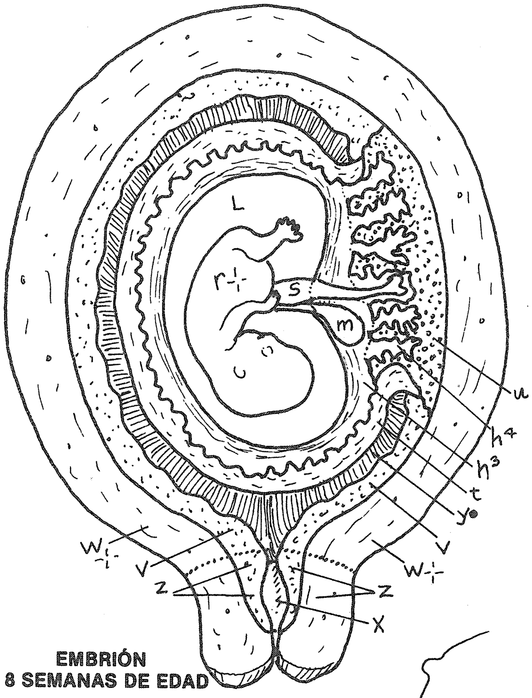
LÁMINA 103

véanse también 97, 101, 102, 82, 66

NC 11

1. En el dibujo inferior, el líquido amniótico llena los espacios alrededor del origen placentario del cordón umbilical. También note usted que la decidua parietal y el miometrio han sido combinados como una capa única, la pared uterina (1), debido a limitaciones de espacio.
2. Se recomiendan colores claros para (t) y (v) a fin de que exista contraste con la cavidad uterina de color obscuro (y•).

EMBRIÓN$_{r+}$ FETO$_{r+}$
CORDÓN UMBILICAL$_{s}$
AMNIOS + CAVIDAD$_{L}$
SACO VITELINO$_{m}$
CORION$_{h^3}$/VELLOSIDADES$_{h^4}$
DECIDUA:$_{*}$
  D. CAPSULAR$_{t}$
  D. BASAL$_{u}$
  D. PARIETAL$_{v}$
MIOMETRIO$_{w+}$
TAPÓN MUCOSO$_{x}$
CAVIDAD UTERINA$_{y•}$
CÉRVIX$_{z}$



EMBRIÓN
DE 8 SEMANAS DE EDAD

PLACENTA$_{*}$
VELLOSIDADES CORIALES$_{h^4}$
DECIDUA BASAL$_{u}$

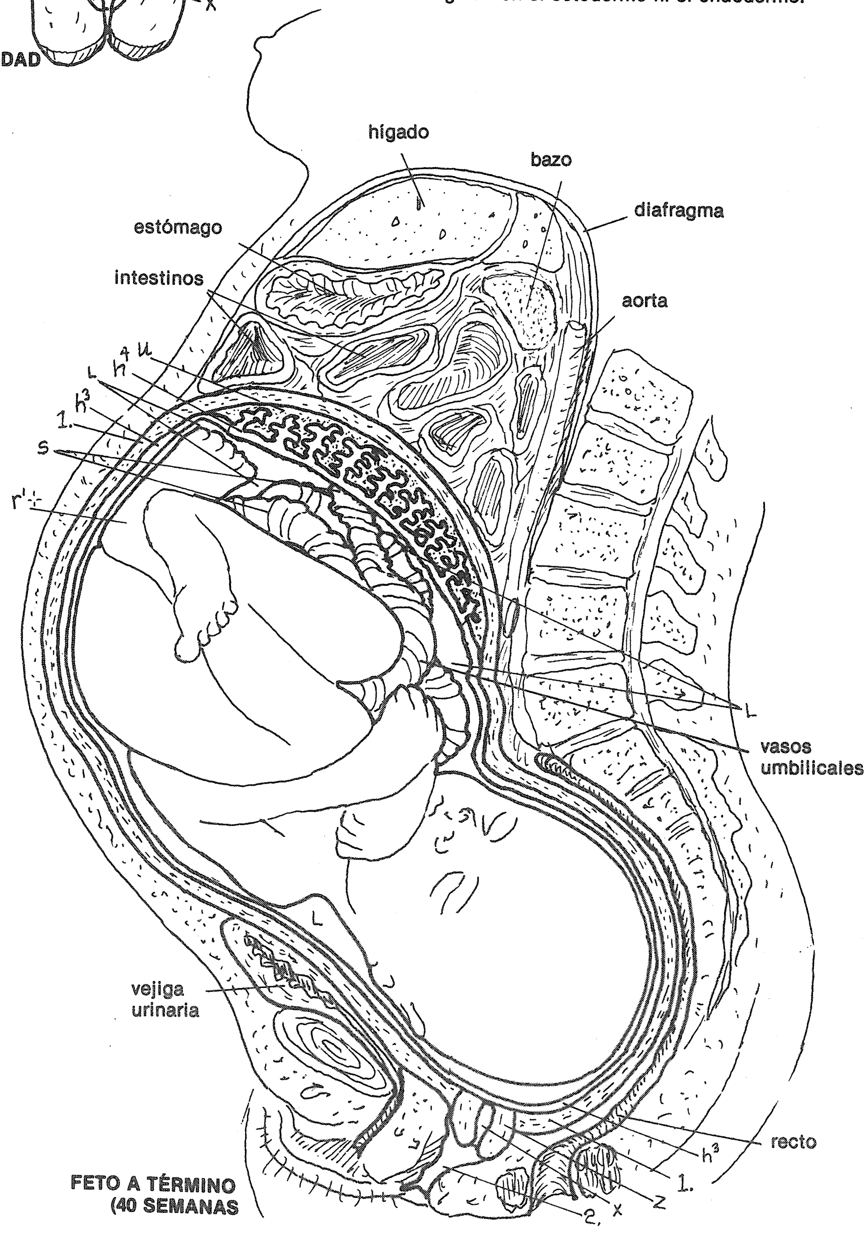
PARED UTERINA$_{1.}$
VAGINA$_{2.}$

La organización estructural del *embrión o feto* se deriva de las tres capas germinativas primarias: ectodermo, mesodermo y endodermo. El *ectodermo embrionario* se desarrolla hacia la epidermis de la piel y sus apéndices relacionados (pelo, glándulas, receptores sensoriales, etc.), el sistema nervioso y ciertos recubrimientos epiteliales y glándulas. El *endodermo embrionario* se desarrolla hacia los revestimientos epiteliales de los aparatos digestivo y respiratorio así como ciertos recubrimientos epiteliales y glándulas. El *mesodermo embrionario* (en contraste con el mesodermo extraembrionario del corion, amnios y cordón umbilical) se desarrolla hacia los músculos del cuerpo incluyendo el corazón, los vasos sanguíneos, linfáticos, gran parte del aparato urinario y otros tejidos que no se originan en el ectodermo ni el endodermo.

El embrión en desarrollo (llamado feto después de 8 semanas de desarrollo) se encuentra dentro de las membranas y sacos que le sirven de sostén, nutrimento y protección. Estos recubrimientos tienen un origen materno y blastocístico (fetal). Los de origen fetal son: el *amnios*, el *corion*, el *cordón umbilical*, el *saco vitelino* y el *alantoides*. Los de origen materno son capas de endometrio engrosadas y bien diferenciadas, en las cuales se implantó el blastocisto. Estas capas, las *deciduas*, serán expulsadas junto con las membranas fetales después del nacimiento del recién nacido.

La capa más profunda de las deciduas es la *parietal*, la cual se encuentra adyacente al *miometrio*. Sólo la porción más profunda de esta capa será retenida después de la expulsión de las "secundinas", y es a partir de ella que se regenerará el nuevo endometrio. La decidua *basal* es la región del endometrio que recibe las primeras vellosidades coriales del trofoblasto. Es la contribución materna para la formación de la placenta. Está constituido por tejido glandular y vascular que rodea las vellosidades coriales que representan la contribución fetal a la placenta. Aquí, en la *placenta*, vasos de origen materno (uterino) se abren espacio entre las vellosidades. Aquí también se intercambian oxígeno, nutrientes y desechos fetales. Los vasos de las vellosidades convergen al cordón umbilical para transformarse en vasos umbilicales (no se muestran). La decidua más superficial es la *capsular*; se encuentra inmdiatamente bajo el corion y es la única capa de origen materno que rodea al feto y su amnios y corion. Conforme el feto y el amnios se expanden para llenar la *cavidad uterina*, la decidua capsular es presionada contra la parietal en la pared opuesta del útero. Cuando esto sucede, degenera y desaparece.

De las membranas fetales, sólo el amnios y el corion envuelven al embrión o feto. En el desarrollo posterior, el corion pierde la mayor parte de sus vellosidades, excepto a nivel de su implantación, en donde las vellosidades forman parte integral de la placenta. El feto se desarrolla dentro de la cavidad amniótica llena de líquido, rodeado por el amnios. Tan sólo 4 semanas después de la fecundación, el amnios se infla contra el corion. El líquido amniótico, con una apariencia semejante al plasma, le da libertad al embrión para desarrollarse sin presión mecánica. También actúa como un cojín de agua absorbiendo las fuerzas de choque. Poco antes del nacimiento (parto), las membranas coriónicas y amnióticas que rodean al feto se rompen y dejan salir aproximadamente medio litro de líquido amniótico, el cual empuja el *tapón* e inunda la *vagina* ("ruptura de la bolsa de aguas o de la fuente"). El parto generalmente ocurre 280 días después de la fecundación. En el dibujo inferior puede observarse la presión que se ejerce en los órganos abdominales, vejiga urinaria y recto en las etapas tardías del embarazo. Es común que se presente inmovilización del diafragma dejando la responsabilidad de la inspiración a los músculos intercostales.



FETO A TÉRMINO
(40 SEMANAS

INTEGUMENTO (PIEL) ORGANIZACIÓN*

véanse también 8, 4, 5

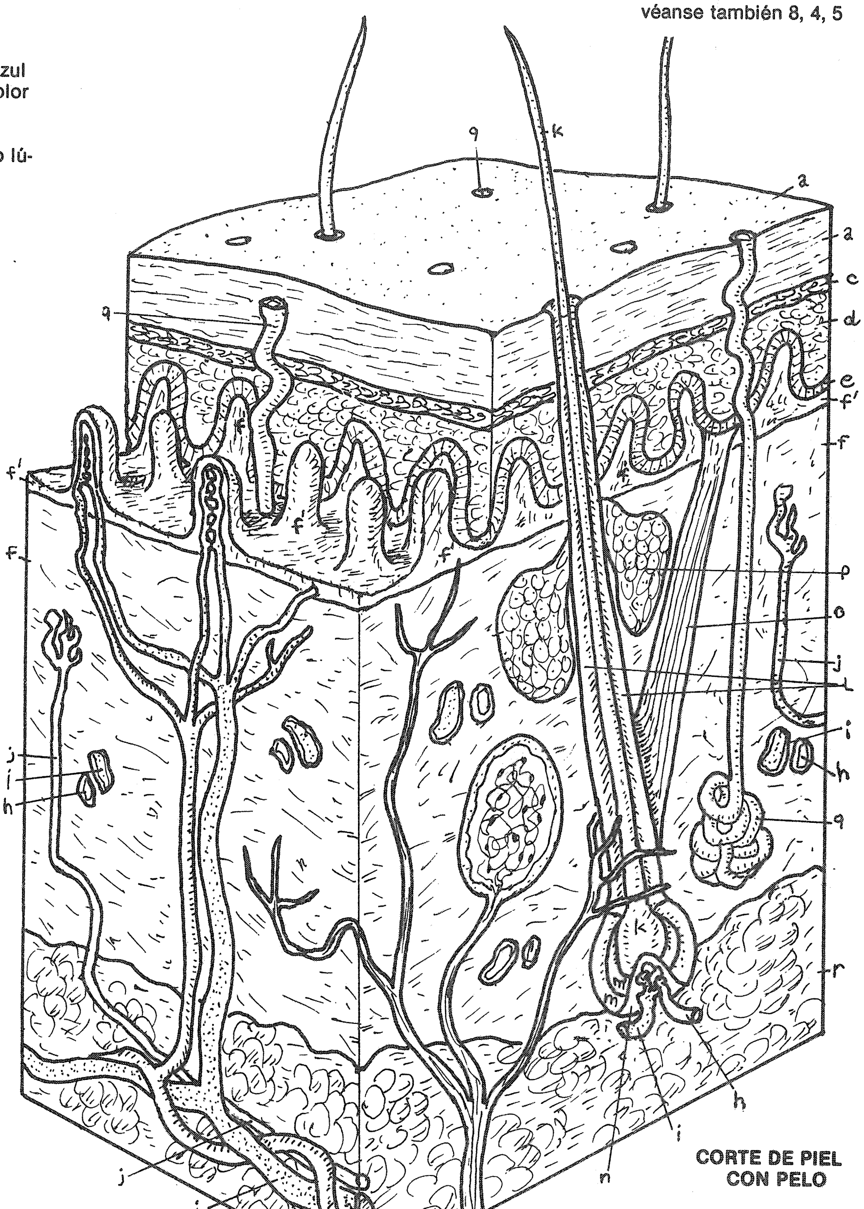
NC 18

1. Reserve el amarillo para el nervio (g), rojo para la arteria (h), azul para la vena (vaso en línea punteada marcado con una i), y un color claro para los vasos linfáticos (j). Note usted los vasos cortados transversalmente en la dermis y en la papila del folículo piloso.
2. Ilumine los dos dibujos simultáneamente. Note que el estrato lúcido (b) se muestra sólo en el dibujo inferior.

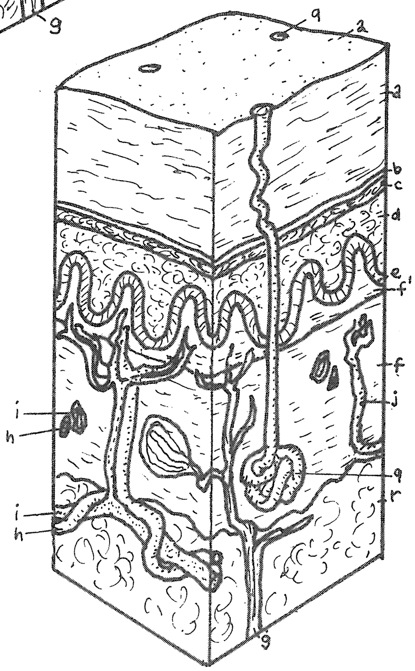
EPIDERMIS*
ESTRATO CÓRNEO$_a$
ESTRATO LÚCIDO$_b$
ESTRATO GRANULOSO$_c$
ESTRATO ESPINOSO$_d$
ESTRATO BASAL$_e$
(CAPA GERMINATIVA)$_e$

DERMIS*
TEJIDO CONECTIVO$_f$
PAPILAS$_{f'}$
NERVIO$_g$
ARTERIA$_h$ VENA$_i$
VASO LINFÁTICO$_j$
PELO*
VAINA$_k$
FOLÍCULO$_l$
BULBO DEL FOLÍCULO$_m$ MATRIZ$_{m'}$
PAPILA DÉRMICA$_n$
MÚSCULO ERECTOR DEL PELO$_o$
GLÁNDULA SEBÁCEA$_p$
GLÁNDULA SUDORÍPARA$_q$

FASCIA SUPERFICIAL*



CORTE DE PIEL CON PELO



CORTE DE PIEL GRUESA TOMADO DE LA PLANTA DEL PIE

El *integumento* (capa cutánea), de grosor variable, muy vascularizado, sensible y que recubre el cuerpo, está constituido por dos capas: la epidermis, que cuenta, a su vez, con capas múltiples) y la dermis fibrosa. La dermis se continúa por debajo en la fascia fibrosa superficial grasa (tejido subcutáneo), una capa intermedia de grosor variable entre la piel y las estructuras más profundas (músculo esquelético recubierto de fascia o hueso recubierto de periostio). La *epidermis*, como dijimos anteriormente, se encuentra constituida por capas de células, la mayoría de las cuales de originan en las células *germinativas*, en frecuente división del *estrato basal*. Las células hijas son empujadas hacia arriba para formar otra capa caracterizada por células aplanadas con espinas o prolongaciones cortas (*estrato espinoso*). Las células más viejas de la capa siguiente (*estrato granuloso*) tienen gránulos relacionados con la proteína queratina. La siguiente capa hacia afuera, que se ve solamente en la piel gruesa, está constituida por células aplanadas que forman una capa brillante (*estrato lúcido*) inmediatamente por debajo de la capa más externa, el grueso *estrato córneo*. Esta capa exterior está formada por células aplanadas en las cuales el citoplasma y el núcleo han sido substituidos por queratina (filamentos densamente empacados incluidos en un medio denso y sin estructura). Las grandes variaciones de grosor en esta capa son la causa de las diferencias del grosor de la piel. Las células de la epidermis que no se originan en las células germinativas son las células pigmentadas, que se encuentran en la capa basal y dérmica; secretan melanina hacia las capas epidérmicas más bajas y los folículos pilosos.

La *dermis* está formada por paquetes gruesos de tejido fibroso dentro del cual se encuentran muchos *vasos sanguíneos y linfáticos* orientados en redes, *glándulas sudoríparas*, folículos pilosos y las glándulas cebáceas relacionadas y los músculos erectores del pelo. La epidermis avascular recibe su nutrición de vasos que suben a través de las *papilas de tejido conectivo*. Las *glándulas sudoríparas*, que se encuentran a lo largo de toda la piel, ayudan a estabilizar la temperatura corporal excretando en respuesta al calor excesivo. La subsecuente evaporación del líquido excretado es un proceso refrescante. Las *glándulas sebáceas* excretan un material grasoso (sebo), el cual ayuda a proteger la piel de la deshidratación. El *pelo* es un crecimiento hacia afuera de células epidérmicas que hacia adentro de la dermis forman el *folículo piloso* durante el desarrollo fetal temprano. Dentro del *bulbo* del folículo, capas concéntricas de células pigmentadas y queratinizadas (que se originan en la *matriz*) forman la *vaina* del pelo que crece más allá de la superficie de la piel. La *papila dérmica*, como las papilas debajo de la epidermis, suministran a la vaina del pelo una nutrición que proviene del manojo de vasos. La pérdida de la papila significa la pérdida del pelo. El *músculo erector del pelo*, unido al folículo piloso, eleva la vaina del pelo y ayuda a la excreción del sebo. La piel y todos sus apéndices protegen el cuerpo contra invasiones dañinas de microorganismos, químicos y radiación ultravioleta; juegan un papel importante en la regulación de la temperatura corporal y actúan como un sensor, dando información a la persona sobre el estado de su medio ambiente (véase la siguiente lámina).

véanse también 104, 114

INTEGUMENTO (PIEL)
RECEPTORES SENSORIALES DE LA PIEL*

EPIDERMIS$_1$ -:-
DERMIS$_2$ *
FASCIA SUPERFICIAL$_3$ -:-

NC 6

1. Para separar visualmente de la epidermis la fascia superficial de la dermis, ilumine esta última de color gris claro y note usted que incluye la papila.
2. Después de iluminar las terminaciones nerviosas (a-e), ilumine de color amarillo la red de axones sensoriales (f).

Los *receptores sensoriales* forman una vasta red de sensores en todo el cuerpo que informan al sistema nervioso central acerca del medio ambiente, tanto dentro como fuera del cuerpo mismo. Tales receptores son terminales o terminaciones sensoriales de células nerviosas. En respuesta a una variedad de estimulaciones de estados de energía o fuerzas (ondas de luz, diferentes grados de contacto mecánico, estiramiento muscular, ciertas concentraciones químicas, etc.), un receptor iniciará una reacción electroquímica (impulso), el cual pasará rápidamente hacia el axón de una célula nerviosa hasta el sistema nervioso central. Como resultado de este impulso, se producirá un movimiento reflejo rápido o un movimiento pensado y decidido, o posiblemente no se observe reacción alguna. Aquí usted está iluminando tales receptores, que se encuentran dentro o cerca de la piel —receptores que lo hacen darse cuenta de cambios en el medio ambiente interno y los cuales están constantemente informando al sistema nervioso central del estado de las cosas aún cuando no nos demos cuenta de ello—. Pruebe estos receptores en usted mismo conforme va iluminando.

DOLOR$_a$
TERMINACIONES NERVIOSAS LIBRES$_a$

Uno de los dos tipos de terminaciones nerviosas que llegan hasta la epidermis, las terminaciones nerviosas libres, se cree generalmente que disparan en respuesta a estimulación fuerte y *dolorosa*. Estas terminaciones se encuentran también en todo el tejido conectivo del cuerpo.

TACTO$_b$
DISCOS DE MERKEL$_b$
CORPÚSCULOS DE MEISSNER$_{b^1}$
PLEXOS DE LA RAÍZ DEL PELO$_{b^2}$

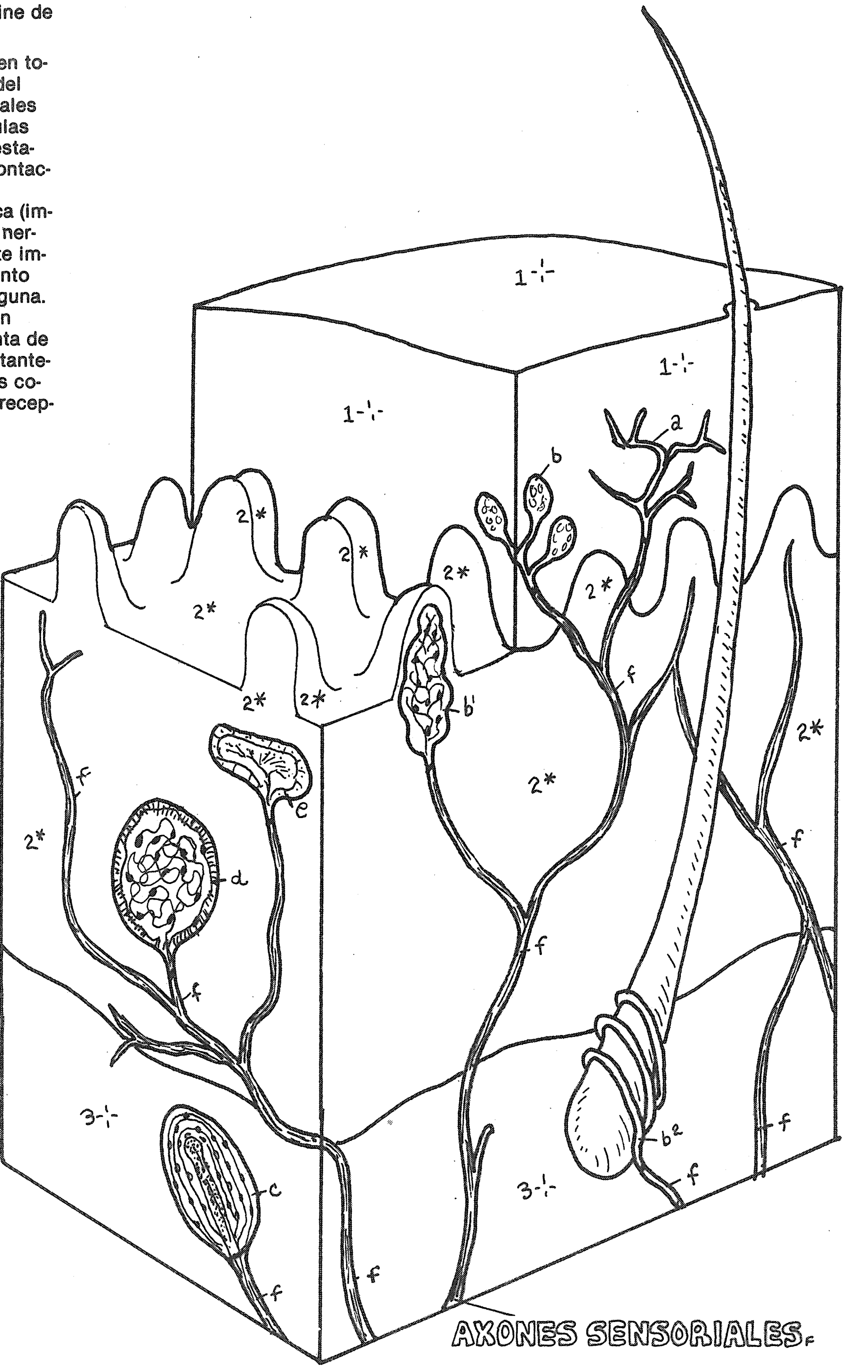
Estos receptores tienen una resistencia mínima de sensibilidad, por lo que reaccionan con el más leve *tacto*, como puede probar en usted mismo. El folículo piloso está investido, tanto con terminaciones nerviosas libres como con discos encapsulados de Merkel que alcanzan las capas epidérmicas. Los corpúsculos de Meissner consisten en un núcleo de fibras nerviosas y células rodeadas por otras capas de células.

PRESIÓN$_c$
CORPÚSCULOS DE PACINI$_c$

El corpúsculo de Pacini está constituido de una terminación nerviosa rodeada de muchas capas de células aplanadas. La deformación de estas cápsulas en la fascia superficial (y otros lugares) causa el disparo de la terminal nerviosa, dando como resultado el darse cuenta de la *presión* por arriba de cierta intensidad. También son sensibles a la vibración.

FRÍO$_d$
CORPÚSCULOS DE KRAUSE$_d$
CALOR$_e$
CORPÚSCULOS DE RUFFINI$_e$

Estos receptores de *temperatura* tienen generalmente forma de bulbo y consisten en terminaciones nerviosas rodeadas de varias capas de células satélite aplanadas. La evidencia de su función sensora al frío o calor es insuficiente.



AXONES SENSORIALES$_f$

SISTEMA ENDOCRINO
LOCALIZACIÓN DE GLÁNDULAS ENDOCRINAS*

LÁMINA 106

véase también 4

NC 9

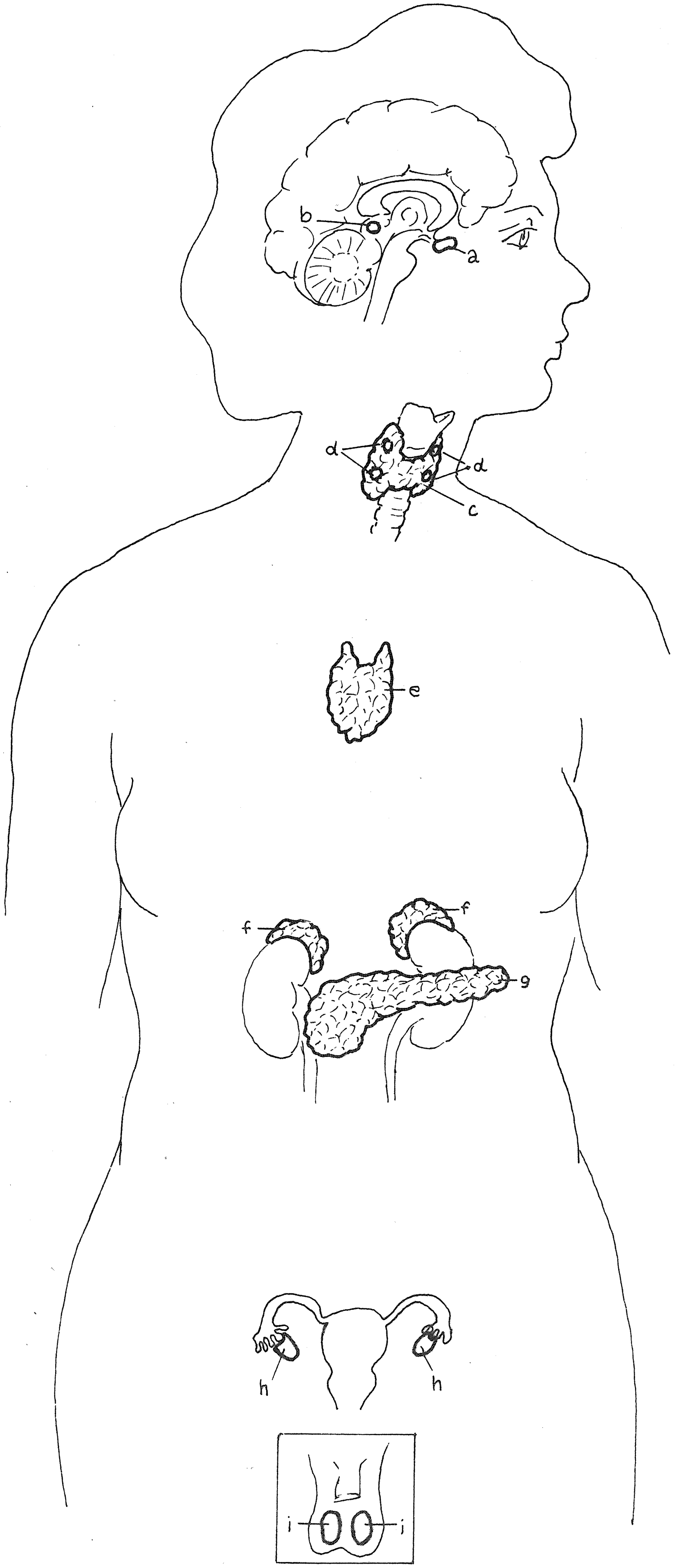
1. Utilice un color claro para iluminar la tiroides (c) de manera que destaquen las glándulas paratiroides, más pequeñas, cuando sean coloreadas de un tono más obscuro. Estas glándulas se localizan en la cápsula *posterior* y aunque no son visibles desde una vista anterior, aquí se muestran con propósitos de identificación. Su localización exacta puede observarse en la lámina 109.

HIPÓFISIS (PITUITARIA)$_a$
PINEAL$_b$
TIROIDES$_c$
PARATIROIDES$_d$
TIMO$_e$
SUPRARRENALES$_f$
PÁNCREAS$_g$
OVARIOS$_h$
TESTÍCULOS$_i$

Las *glándulas endocrinas* están constituidas por masas de células secretoras y capilares vecinos sostenidos por tejido conectivo. Pueden presentarse como "islotes" microscópicos de tejido endocrino dentro de una estructura no endocrina (islotes dentro del *páncreas*, células intersticiales de Leydig dentro del *testículo*, células foliculares y luteínicas dentro del *ovario*, etc.) o pueden formar un órgano único, fácilmente visible sin ayuda óptica (*hipófisis, tiroides, paratiroides, adrenales*, etc.). En forma característica, las glándulas endocrinas no tienen conductos; secretan sus productos (hormonas) directamente a los capilares o líquidos tisulares. Las hormonas son agentes químicos generalmente efectivos entre células distantes de su fuente de origen. En concierto con el sistema nervioso, integran las funciones de estructuras variadas y aparentemente sin relación a través de facilitación e inhibición de la función de un órgano que resulta en crecimiento, ciclos de actividad reproductiva y estabilidad metabólica. Tal armonía del medio ambiente interno se llama homeostasis.

Las glándulas endocrinas que se muestran aquí son las tradicionales, y algunas de ellas están en duda en cuanto a su clasificación como endocrinas (timo y pineal). Varios grupos de células que se sabe producen "factores" o "humores" (aceptados de manera general como hormonas), pero que no se incluyen *en esta lámina* son, por ejemplo, ciertas células hipotalámicas (células neurosecretoras) y ciertas células del riñón, del tracto gastrointestinal y de la placenta. La discusión de las hormonas ováricas y testiculares se encontrará en las láminas 94, 96, y 99, y la de la pineal en la lámina 123.

El *timo*, un miembro del sistema linfático, se localiza en el mediastino anterior superior (justo por arriba y adelante del corazón). Se sabe que juega un papel crítico en el origen de los órganos linfáticos (nódulos linfáticos, tejido linfático difuso, etc.) con linfocitos "T" potenciales, los cuales secretan una substancia que ataca la proteína de ciertas células tumorales, células extrañas y microorganismos (inmunidad celular). Hay evidencia de que el timo produce una hormona (timosina) que aumenta el desarrollo de los linfocitos "T". La actividad del timo disminuye en forma importante después de la pubertad; finalmente se atrofia y es reemplazado por tejido fibroso.

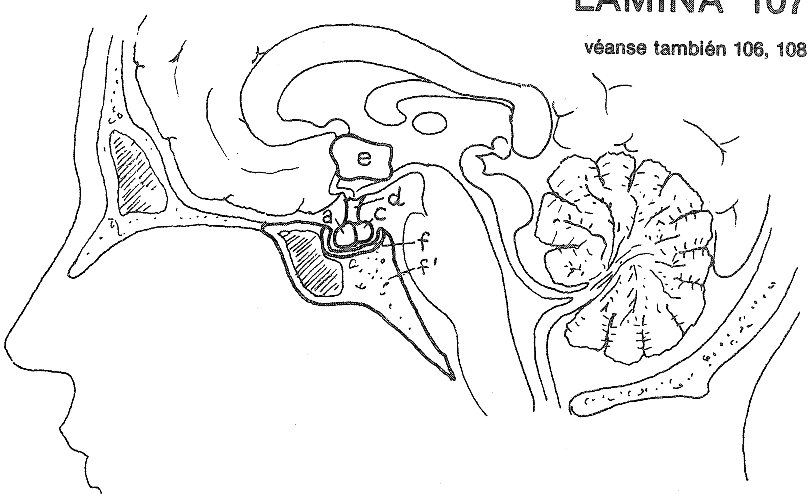


véanse también 106, 108

SISTEMA ENDOCRINO HIPÓFISIS (GLÁNDULA PITUITARIA) E HIPOTÁLAMO*

NC 14

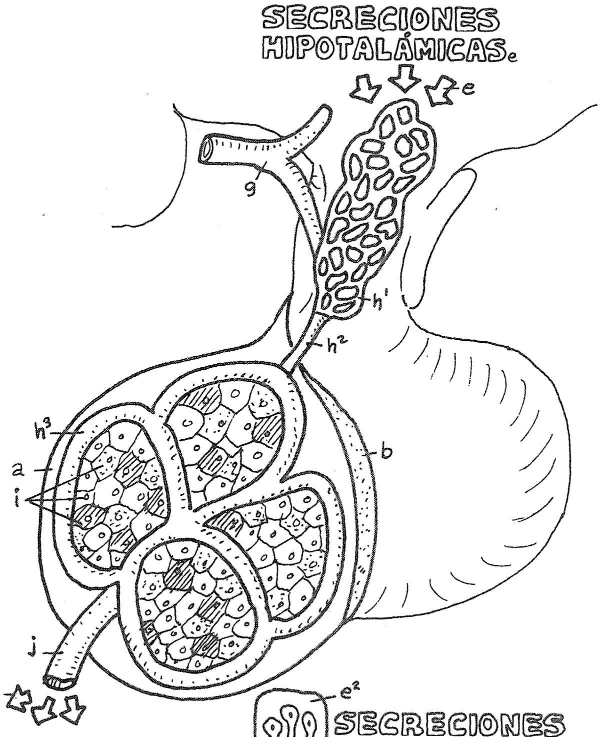
1. Reserve el azul claro para el sistema porta (h), azul obscuro para las venas hipofisiarias (j), rojo para las arterias hipofisiarias (g y l), morado para la red capilar (m) y amarillo para los tractos nerviosos (k).
2. El lóbulo intermedio no puede verse en el esquema de la derecha; ilumínelo en el esquema central.



HIPÓFISIS*

LÓBULO ANTERIOR$_a$
LÓBULO INTERMEDIO$_b$
LÓBULO POSTERIOR$_c$
TALLO HIPOFISIARIO$_d$
HIPOTÁLAMO$_e$
SILLA TURCA$_f$ DEL HUESO ESFENOIDES$_{f'}$

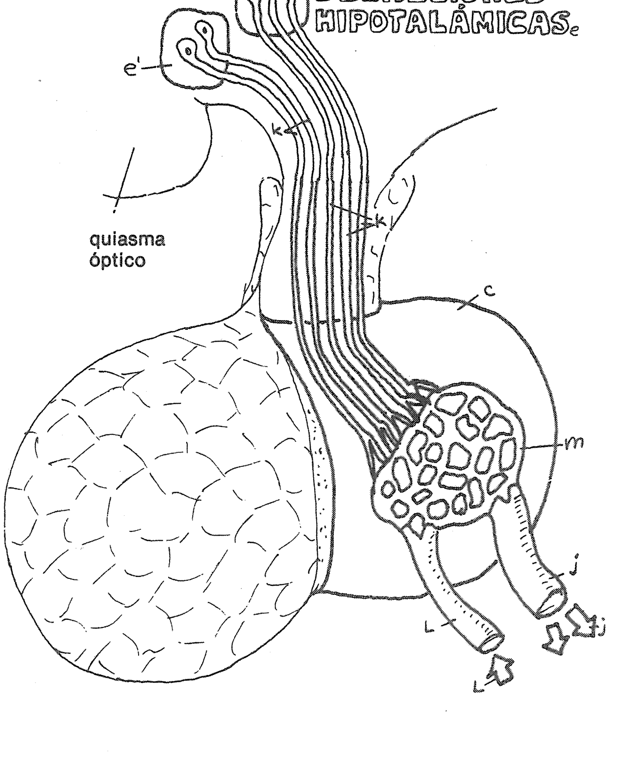
La glándula pituitaria (hipófisis) está básicamente constituida por dos lóbulos: el anterior (que incluye el lóbulo intermedio) y el posterior. El hipotálamo, una porción del cerebro, está íntimamente relacionado con la hipófisis: con el lóbulo anterior a través de un sistema de vasos porta y con el lóbulo posterior por un haz de neuronas secretoras. El hipotálamo y la hipófisis influencian enormemente la actividad de ciertas otras glándulas endocrinas así como un número de funciones metabólicas específicas.



LÓBULO ANTERIOR (ADENOHIPÓFISIS)$_a$

ARTERIA HIPOFISIARIA SUPERIOR$_g$
SISTEMA PORTA$_h$
CAPILARES$_{h^1}$ VÉNULA$_{h^2}$ SINUSOIDES$_{h^3}$
CÉLULAS SECRETORAS$_i$
VENA HIPOFISIARIA$_j$

Las hormonas liberadas en el *hipotálamo* por las *neuronas secretoras* entran a los capilares locales, pasan a través de las *vénulas y venas portales* hacia los *sinusoides* del *lóbulo anterior*. Ahí, estimulan ciertas células secretoras *no nerviosas* cuyas hormonas entran a los sinusoides drenados por las *venas hipofisiarias*. Dos, posiblemente tres tipos de células secretan siete hormonas en los lóbulos anterior e intermedio: foliculoestimulante (HFE), luteinizante (HL), tirotrofina (HET), del crecimiento (HST), estimulante de los melanocitos (HEM), adrenocorticotrópica (HACT) y prolactina. Éstas pueden ser estudiadas en la lámina siguiente. Nótese que muchas de estas hormonas estimulan otras glándulas para que secreten sus productos. Por ejemplo, las hormonas foliculoestimulante y luteinizante actúan en los folículos ováricos y cuerpos lúteos para que secreten estrógeno y progesterona; en el varón, la HFE estimula la espermatogénesis y la HL estimula la secreción de testosterona. La hiperactividad o hipoactividad hipofisiaria crea a menudo cambios dramáticos en la forma y función del cuerpo, tal como gigantismo y enanismo. En los humanos, probablemente el *lóbulo intermedio* no desempeñe ninguna función útil.



LÓBULO POSTERIOR (NEUROHIPÓFISIS)$_c$

TRACTOS NERVIOSOS$_k$
ARTERIA HIPOFISIARIA INFERIOR$_l$
RED CAPILAR$_m$
VENA$_j$
HIPOTÁLAMO$_e$
NÚCLEO SUPRAÓPTICO$_{e^1}$
NÚCLEO PARAVENTRICULAR$_{e^2}$

El *lóbulo posterior* no tiene células secretoras propias. Las neuronas secretoras de los *núcleos supraóptico* y *paraventricular* (centros en el hipotálamo) se extienden hacia abajo a través del *tallo hipofisiario* hasta *redes capilares* del lóbulo posterior. Ahí, estas neuronas liberan hacia la circulación ocitocina y hormona antidiurética. Véase la lámina siguiente para la acción de estas hormonas.

SISTEMA ENDOCRINO
HIPÓFISIS Y SUS ÓRGANOS "BLANCO"$_{*}$

véanse también 107, 99, 100

NC 16

1. Para obtener el mayor provecho de esta lámina, ponga gran atención a la identificación de color. Observe ahora la parte inferior de la página y note los colores de los 5 hormonas de los órganos que sirven de blanco (j-p) y los colores que representan el crecimiento la pigmentación, la producción de leche y la conservación de agua. Estas hormonas están representadas arriba del hipotálamo indicando su efecto de retroalimentación negativa en las neuronas secretoras.

HORMONAS HIPOFISIARIAS$_{*}$

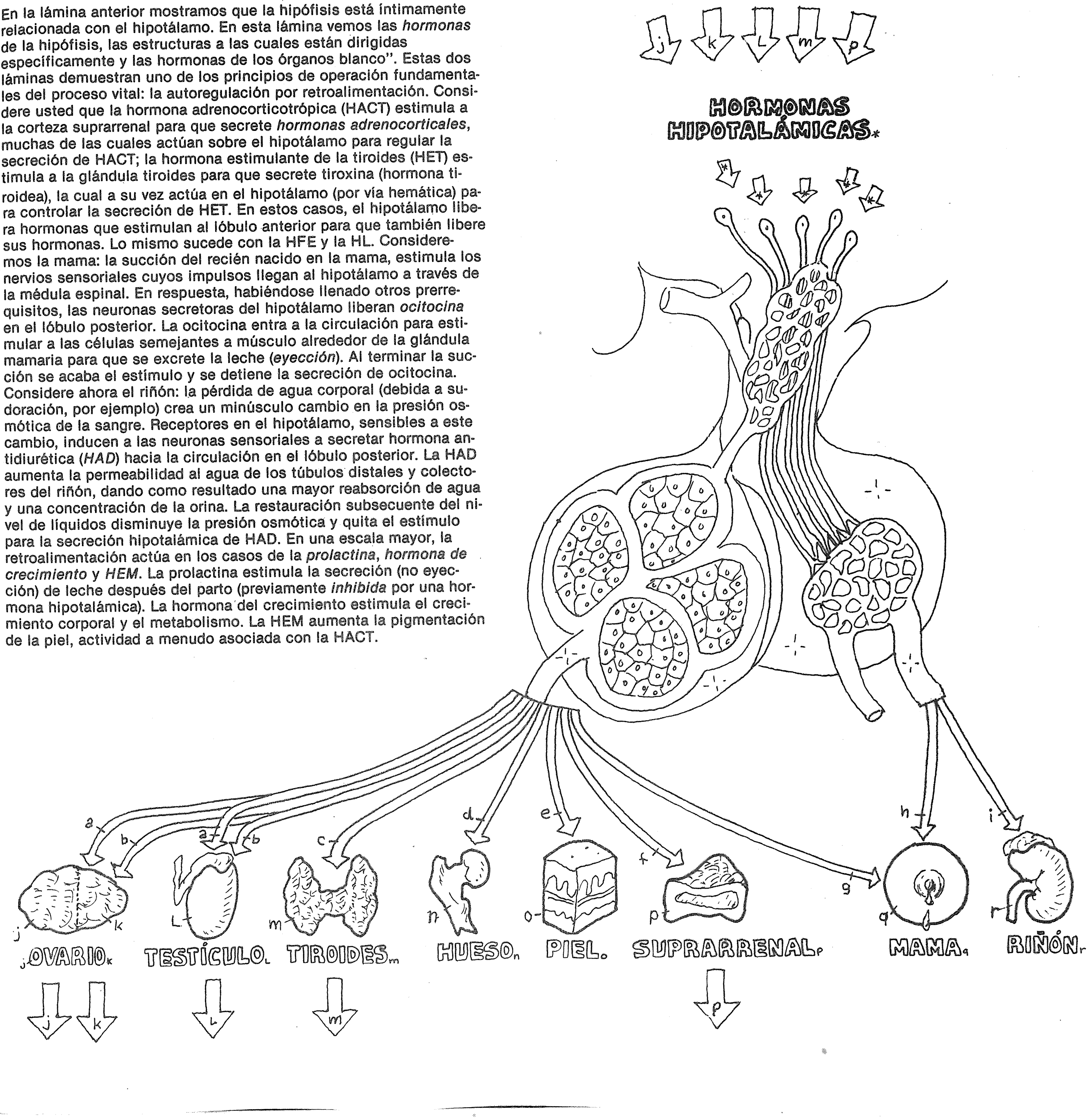
H. FOLÍCULO ESTIMULANTE/HFE$_{a}$
H. LUTEINIZANTE/HL$_{b}$
TIROTROFINA/HET$_{c}$
H. DEL CRECIMIENTO/SOMATOTROFINA/HST$_{d}$
H. ESTIMULANTE DE LOS MELANOCITOS/HEM$_{e}$
ADRENOCORTICOTRÓPICA/HACT$_{f}$
PROLACTINA$_{g}$
OCITOCINA$_{h}$
H. ANTIDIURÉTICA/HAD/VASOPRESINA$_{i}$

ÓRGANOS "BLANCO" HORMONAS/EFECTOS$_{*}$

ESTRÓGENOS$_{j}$
PROGESTERONA$_{k}$
TESTOSTERONA$_{L}$
TIROXINA$_{m}$
CRECIMIENTO$_{n}$
PIGMENTACIÓN DE LA PIEL$_{o}$
H. ADRENOCORTICAL$_{p}$

EXCRECIÓN DE LECHE/SUCCIÓN$_{q}$
CONSERVACIÓN DE AGUA$_{r}$

En la lámina anterior mostramos que la hipófisis está íntimamente relacionada con el hipotálamo. En esta lámina vemos las *hormonas* de la hipófisis, las estructuras a las cuales están dirigidas específicamente y las hormonas de los órganos blanco". Estas dos láminas demuestran uno de los principios de operación fundamentales del proceso vital: la autoregulación por retroalimentación. Considere usted que la hormona adrenocorticotrópica (HACT) estimula a la corteza suprarrenal para que secrete *hormonas adrenocorticales*, muchas de las cuales actúan sobre el hipotálamo para regular la secreción de HACT; la hormona estimulante de la tiroides (HET) estimula a la glándula tiroides para que secrete tiroxina (hormona tiroidea), la cual a su vez actúa en el hipotálamo (por vía hemática) para controlar la secreción de HET. En estos casos, el hipotálamo libera hormonas que estimulan al lóbulo anterior para que también libere sus hormonas. Lo mismo sucede con la HFE y la HL. Consideremos la mama: la succión del recién nacido en la mama, estimula los nervios sensoriales cuyos impulsos llegan al hipotálamo a través de la médula espinal. En respuesta, habiéndose llenado otros prerrequisitos, las neuronas secretoras del hipotálamo liberan *ocitocina* en el lóbulo posterior. La ocitocina entra a la circulación para estimular a las células semejantes a músculo alrededor de la glándula mamaria para que se excrete la leche (*eyección*). Al terminar la succión se acaba el estímulo y se detiene la secreción de ocitocina. Considere ahora el riñón: la pérdida de agua corporal (debida a sudoración, por ejemplo) crea un minúsculo cambio en la presión osmótica de la sangre. Receptores en el hipotálamo, sensibles a este cambio, inducen a las neuronas sensoriales a secretar hormona antidiurética (*HAD*) hacia la circulación en el lóbulo posterior. La HAD aumenta la permeabilidad al agua de los túbulos distales y colectores del riñón, dando como resultado una mayor reabsorción de agua y una concentración de la orina. La restauración subsecuente del nivel de líquidos disminuye la presión osmótica y quita el estímulo para la secreción hipotalámica de HAD. En una escala mayor, la retroalimentación actúa en los casos de la *prolactina*, *hormona de crecimiento* y *HEM*. La prolactina estimula la secreción (no eyección) de leche después del parto (previamente *inhibida* por una hormona hipotalámica). La hormona del crecimiento estimula el crecimiento corporal y el metabolismo. La HEM aumenta la pigmentación de la piel, actividad a menudo asociada con la HACT.



SISTEMA ENDOCRINO
GLÁNDULA TIROIDES Y$_*$ GLÁNDULAS PARATIROIDES$_*$

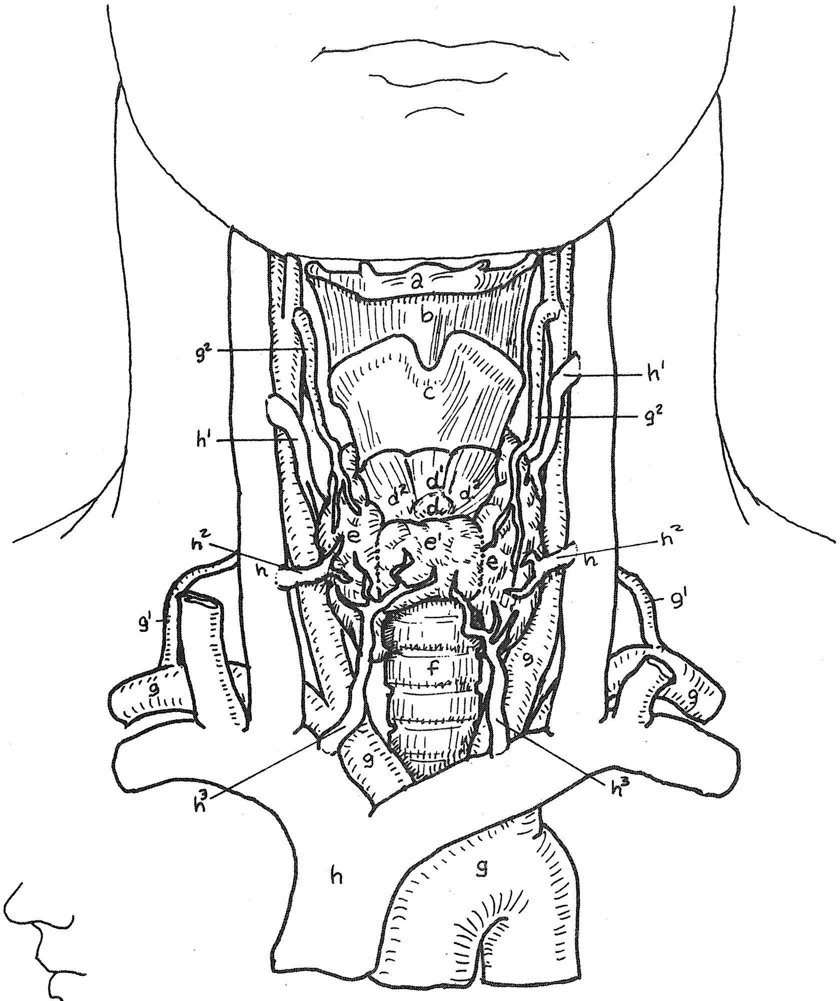
véanse también 53, 61, 62, 106, 108, 73,

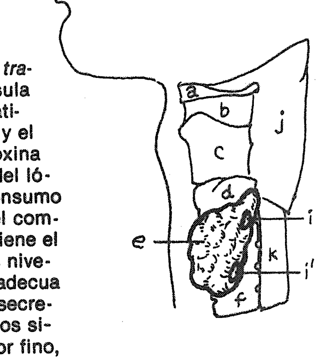
NC 12

1. Utilice un color claro para la tiroides y uno obscuro para las glándulas paratiroides.
2. Reserve el color rojo para los vasos arteriales (g) y azul para las venas (h). En ambos casos, de ser posible, ilumine los vasos mayores de tono claro utilizando toda la intensidad en los vasos tiroideos, venas y arterias. Ilumine las estructuras (a-d) y (f) con los mismos colores que se utilizaron en la lámina 73 (en donde tenían diferentes letras de identificación).

HUESO HIOIDES$_a$
MEMBRANA TIROHIOIDEA$_b$
CARTÍLAGO TIROIDES$_c$
CARTÍLAGO CRICOIDES$_d$
MEM.$_{d'}$ Y MUSC. CRICOTIROIDEO$_{d^2}$
GLÁNDULA TIROIDES$_{e*}$
  LÓBULO LATERAL$_e$
  ISTMO$_{e'}$
TRÁQUEA$_f$
VASOS ARTERIALES MAYORES$_g$
A. TIROIDEA INFERIOR$_{g'}$
A. TIROIDEA SUPERIOR$_{g^2}$
V. VENOSOS MAYORES$_h$
VENA TIROIDEA SUPERIOR$_{h'}$
VENA TIROIDEA MEDIA$_{h^2}$
VENA TIROIDEA INFERIOR$_{h^3}$

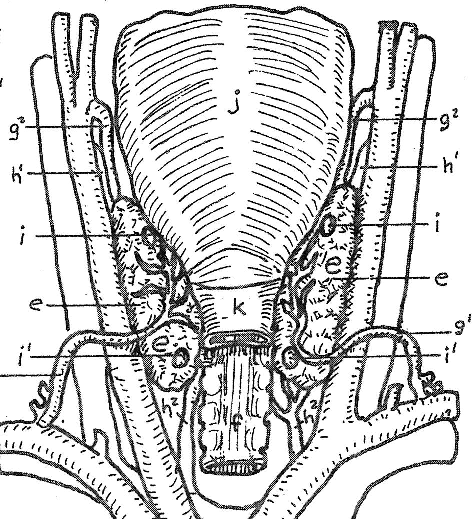
GLÁNDULAS PARATIROIDES$_*$
  PARATIROIDES SUPERIOR$_i$
  PARATIROIDES INFERIOR$_{i'}$
FARINGE$_j$
ESÓFAGO$_k$





La *glándula tiroides*, cubre la cara anterior del 2o. al 4o. *anillos traqueales*; alrededor de la vértebra C6, está rodeado por una cápsula fibrosa cuya capa posterior encierra a las cuatro glándulas paratiroides. La glándula tiroides está formada por el lóbulo derecho y el izquierdo unidos por un istmo. Es aquí donde se produce la tiroxina bajo la estimulación de la hormona estimulante de la tiroides del lóbulo anterior de la glándula pituitaria.La tiroxina aumenta el consumo de oxígeno en todos los tejidos prácticamente. El oxígeno es el combustible para la actividad metabólica, así pues la tiroxina mantiene el grado de metabolismo. La tiroxina está involucrada en muchos niveles, en el crecimiento,en el desarrollo,en la actividad nerviosa adecuada, así como en el metabolismo de carbohidratos y grasas. La secreción excesiva de tiroxina arroja como resultado uno o más de los siguientes efectos: pérdida de peso,nerviosismo extremo, temblor fino, protrusión de globos oculares, metabolismo basal elevado y crecimiento de la tiroides o bocio (tirotoxicosis). La insuficiencia tiroidea en niños se manifiesta generalmente por enanismo y retraso mental (cretinismo); en los adultos, por piel amarillenta, actividad mental disminuida, voz que cambia y acumulación de una substancia mucosa en la piel y en la fascia que da una apariencia abotagada (mixedema).

Las *paratiroides* están formadas por pequeños botones de tejido altamente vascularizado que contiene dos tipos de células, uno de los cuales secreta la paratohormona. La paratohormona mantiene niveles adecuados de calcio en la sangre y los tejidos al estimular la desintegración y reabsorción de tejido óseo, lo que resulta en la liberación de iones calcio. La actividad normal del músculo esquelético y cardiaco, así como la coagulación de la sangre dependen de los niveles plasmáticos normales de calcio. La insuficiencia de la función paratiroidea causa tetania (rigidez, calambres, espasmos y convulsiones), debido a inestabilidad muscular por la disminución de calcio disponible. La hiperactividad de las paratiroides a menudo se asocia con enfermedad renal, (depósito de calcio, formación de cálculos, etc.), enfermedad ósea (desmineralización y resorción) y niveles excesivos de calcio en la sangre (debilidad muscular, etc.).



GLÁNDULA TIROIDEA Y ESTRUCTURAS RELACIONADAS VISTAS DESDE ATRÁS

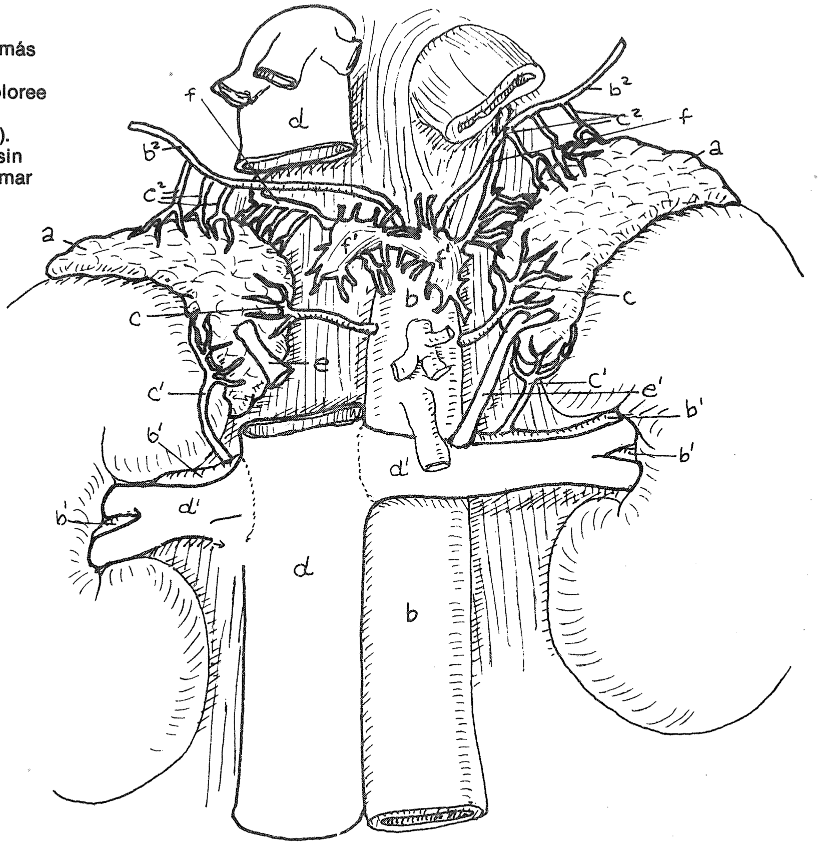
SISTEMA ENDOCRINO
ADRENALES (GLÁNDULAS SUPRARRENALES)*

LÁMINA 110

véanse también 106, 108, 88, 89, 57

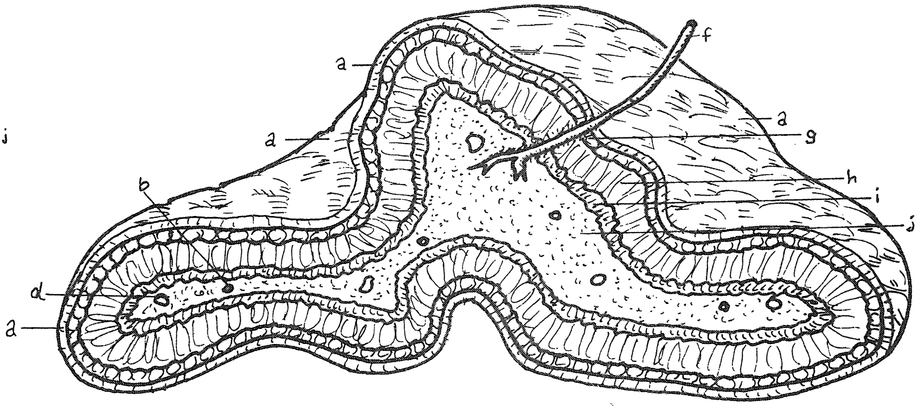
NC 15

1. Reserve el rojo para los vasos arteriales b y c. Ilumine los b más tenuamente y los c más fuerte.
2. Reserve el azul para las venas d y e. Ilumine las d tenues; coloree las e más fuerte.
3. Reserve el amarillo para los nervios y plexos autónomos (f-f^1).
4. En el dibujo inferior, nótese que el título *piel* puede dejarse sin color, ya que la misma pierde cierto grado de coloración (sin tomar en cuenta la cantidad de pigmento) en estado de choque o de miedo.



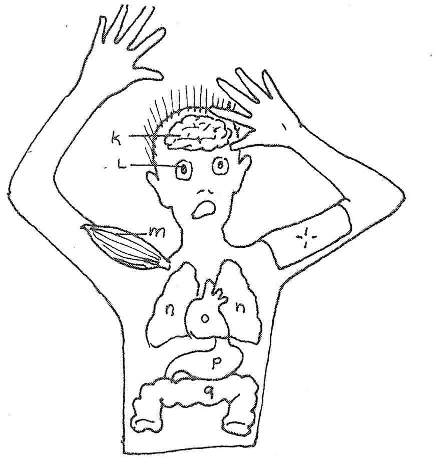
GLÁNDULAS SUPRARRENALES$_a$
AORTA ABDOMINAL Y SUS RAMAS$_b$
  A. SUPRARRENAL MEDIA$_c$
  A. RENAL$_{b'}$
    SUPRARRENAL INFERIOR$_{c'}$
  A. FRÉNICA INFERIOR$_{b^2}$
    A. SUPRARRENAL SUPERIOR$_{c^2}$
VENA CAVA INFERIOR$_d$
  V. SUPRARRENAL D.$_e$
  V. RENAL$_{d'}$
    V. SUPRARRENAL I.$_{e'}$
NERVIO ESPLÁCNICO MAYOR$_f$
  PLEXO CELIACO$_{f'}$

CÁPSULA$_a$
CORTEZA:*
  ZONA GLOMERULOSA$_g$
  ZONA FASCICULADA$_h$
  ZONA RETICULAR$_i$
MÉDULA$_j$
  ARTERIAS$_b$ VENAS$_d$



LA MÉDULA SUPRARRENAL$_j$
CEREBRO$_k$ PUPILAS$_l$
MÚSCULOS$_m$ PIEL -:-
PULMONES$_n$ CORAZÓN$_o$
ESTÓMAGO$_p$ INTESTINOS$_q$

Las *glándulas adrenales* (*ad*, cerca y *ren*, riñón; llamadas propiamente suprarrenales; *supra*, arriba de) se encuentran dentro de la fascia renal en la cara superior y medial o interna de cada riñón. Como sucede con otras glándulas de secreción interna, las suprarrenales se encuentran abundantemente vascularizadas. Como los riñones, son retroperitoneales. Las adrenales son dos glándulas diferentes encapsuladas como una sola: la *corteza* y la *médula*. La médula está formada por cordones de células secretoras y nerviosas (ganglios). Las fibras del nervio esplácnico mayor (división simpática del sistema nervioso autónomo) estimulan a las células secretoras para que liberen epinefrina. Esta hormona estimula la velocidad del metabolismo y la desintegración o movilización del almidón (glucógeno) y lípidos (ácidos grasos), dando como resultado mayor energía disponible. Ellos acondicionan la reacción de "defensa o alerta" en respuesta a situaciones que ponen en peligro la vida: aumento de la actividad del sistema nervioso, dilatación pupilar, aumento del aporte sanguíneo al músculo esquelético, desviación del riego sanguíneo desde la piel y tracto gastrointestinal hacia áreas más críticas, aumento de la frecuencia respiratoria y aumento de la frecuencia y fuerza de contracción cardiacas.



La corteza suprarrenal está organizada en tres regiones: la *zona glomerulosa* (que secreta hormonas que tienen efecto en el balance hidroelectrolítico, tal como la aldosterona y otros mineralocorticoides), la *zona fasciculada* y la *reticular* (que secretan hormonas que influyen en el metabolismo de los carbohidratos, tal como el cortisol y otros glucocorticoides, así como niveles bajos de hormonas sexuales). La HACT del lóbulo anterior de la hipófisis estimula la secreción de los glucocorticoides. La aldosterona es secretada como respuesta a ciertas enzimas en la sangre (sistema renina-angiotensina). Todas estas hormonas juegan papeles que involucran todos los aspectos del metabolismo de carbohidratos, electrolitos y agua; así pues, la corteza suprarrenal es necesaria para la vida. La insuficiencia de la función adrenocortical da como resultado la enfermedad de Addison (caracterizada por incapacidad para soportar la tensión, falta de apetito, debilidad y muchos otros síntomas). La hiperactividad de la corteza suprarrenal, que involucra hormonas sexuales, causa masculinización de las mujeres y desarrollo precoz de las características sexuales secundarias en varones prepúberes. El exceso en la secreción de glucocorticoides da lugar al síndrome de Cushing (caracterizado por cicatrización pobre, aumento de los depósitos de grasa, cara de luna y deficiencias metabólicas serias).

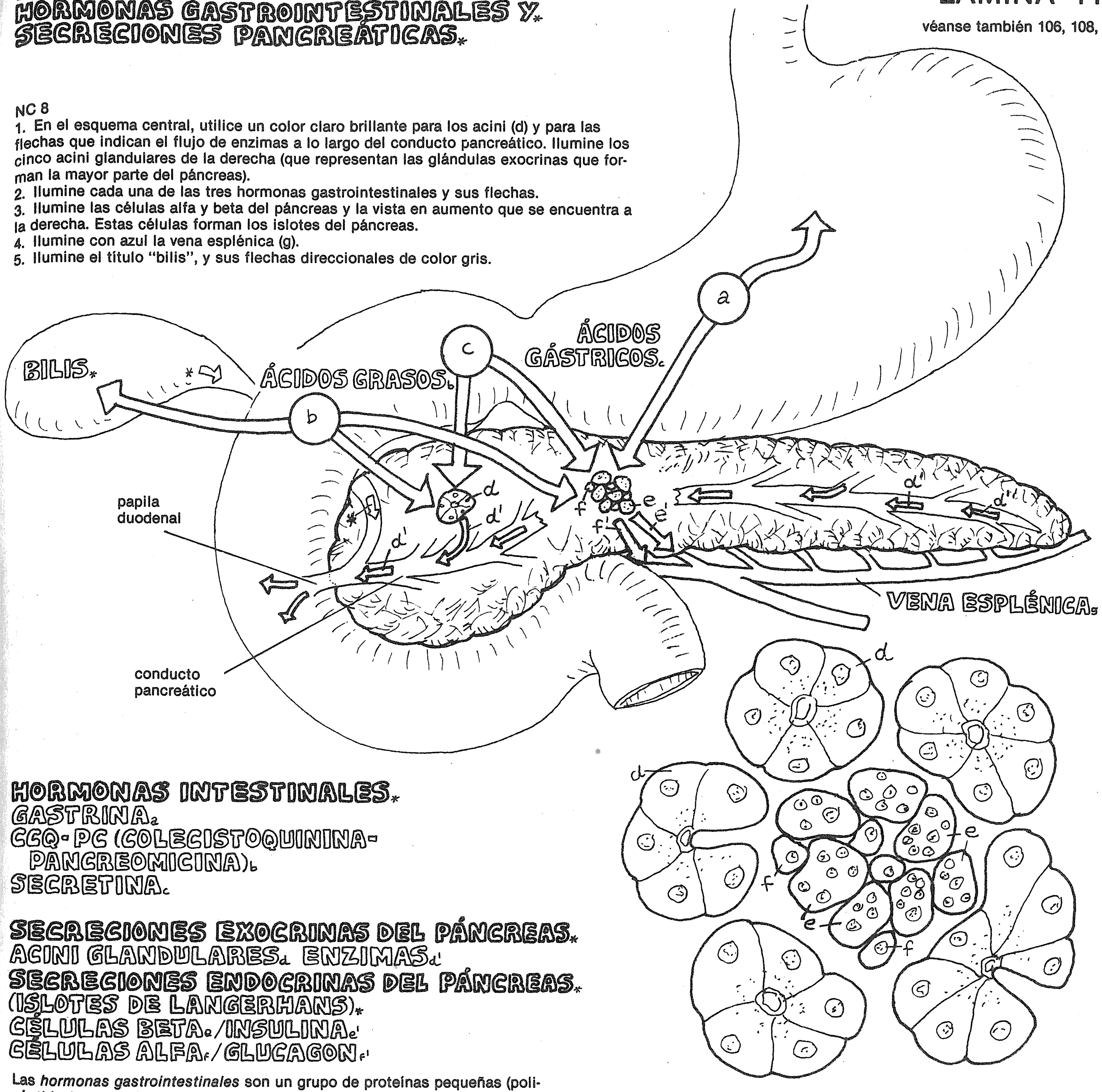
SISTEMA ENDOCRINO
HORMONAS GASTROINTESTINALES Y* SECRECIONES PANCREÁTICAS*

LÁMINA 111

véanse también 106, 108, 87

NC 8

1. En el esquema central, utilice un color claro brillante para los acini (d) y para las flechas que indican el flujo de enzimas a lo largo del conducto pancreático. Ilumine los cinco acini glandulares de la derecha (que representan las glándulas exocrinas que forman la mayor parte del páncreas).
2. Ilumine cada una de las tres hormonas gastrointestinales y sus flechas.
3. Ilumine las células alfa y beta del páncreas y la vista en aumento que se encuentra a la derecha. Estas células forman los islotes del páncreas.
4. Ilumine con azul la vena esplénica (g).
5. Ilumine el título "bilis", y sus flechas direccionales de color gris.



HORMONAS INTESTINALES*
GASTRINA$_a$
CCQ-PC (COLECISTOQUININA-PANCREOMICINA)$_b$
SECRETINA$_c$

SECRECIONES EXOCRINAS DEL PÁNCREAS*
ACINI GLANDULARES$_d$ ENZIMAS$_{d'}$

SECRECIONES ENDOCRINAS DEL PÁNCREAS* (ISLOTES DE LANGERHANS)*
CÉLULAS BETA$_e$/INSULINA$_{e'}$
CÉLULAS ALFA$_f$/GLUCAGON$_{f'}$

Las *hormonas gastrointestinales* son un grupo de proteínas pequeñas (polipéptidos) secretadas por ciertas células de la mucosa gastrointestinal, las cuales estimulan o inhiben la actividad secretoria de la vesícula biliar, estómago, duodeno y páncreas (y posiblemente de otros órganos digestivos en un grado menor). Estas hormonas trabajan en concierto con nervios del sistema autónomo y con otras hormonas para regular la actividad secretoria del tracto digestivo. Las tres hormonas, cuya identidad y función se han establecido claramente son gastrina, CCQ-PC y secretina. Éstas y otras hormonas gastrointestinales propuestas tienen una variedad de acciones fisiológicas (a menudo sinérgica-antagónica) de las cuales sólo la principal se menciona aquí.

La **gastrina**, secretada por la mucosa gástrica, estimula la secreción ácida (clorhídrica) del estómago como respuesta al comer y a estimulación del nervio vago (autónomo). También estimula la secreción de pepsina y la liberación de insulina por el páncreas.

CCQ-PC, secretada por la mucosa duodenal, estimula las contracciones de la vesícula biliar y el flujo de bilis hacia el duodeno, liberación de enzimas pancreáticas de los acini glandulares (lobulillos en forma de uva o acinosos) y la secreción de insulina. En un principio se pensaba que eran dos enzimas (colecistoquinina y pancreomicina); hoy se considera como un solo agente que influencia tanto a la vesícula biliar como al páncreas.

La **secretina** la primera hormona que se descubrió (1902), estimula la secreción de agua e iones de bicarbonato en los jugos pancreáticos, lo cual tiende a reducir la acidez del medio duodenal. La secretina, como las otras hormonas gastrointestinales, estimula la secreción de insulina.

La **insulina** es una proteína secretada por las *células beta* de los *islotes* (de Langerhans) del páncreas. Es necesaria para la vida. La insulina es secretada en respuesta a un aumento de los niveles de glucosa sanguínea, aumento de la actividad del nervio vago y la presencia de azúcar en el estómago y en el duodeno. En este último caso, la administración oral de glucosa estimula de liberación de hormonas gastrointestinales, las cuales, por vía hematógena, estimulan a las células beta para secretar insulina. Es, sin embargo, el nivel de glucosa en la sangre el que *regula* la secreción de insulina. El ingreso de glucosa a la mayoría de los tejidos (excepto intestinos, cerebro e hígado) depende de la insulina, y la falta de absorción de este azúcar (deficiencia de insulina), crea un dilema metabólico crítico que finalmente involucra al metabolismo de los carbohidratos, grasas, proteínas, agua y minerales (diabetes mellitus). La enfermedad se caracteriza por niveles altos de azúcar en la sangre sostenidos, azúcar en la orina, pérdida de peso frente a un aumento en el apetito, etc. La secreción excesiva de insulina reduce los niveles de azúcar en la sangre, creando una colección de signos y síntomas que resultan de la deficiencia de glucosa (hipoglicemia). Las *células alfa* de los islotes secretan *glucagon* (polipéptido), el cual actúa sobre el hígado para romper las reservas de azúcar (glucógeno), aumentando así los niveles de azúcar en la sangre. Su secreción es estimulada por factores que generan tensión (infección, ejercicio, miedo, etc.) e inhibido por la presencia de glucosa en el plasma y otros factores. El glucagon también afecta el metabolismo de las grasas (descomposición de las grasas) y el metabolismo proteico (conversión de aminoácidos en glucosa).

SISTEMA NERVIOSO
CLASIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE LAS NEURONAS*
RECUBRIMIENTOS DEL AXÓN*

NC 12
1. Ilumine los elementos de cada neurona antes de seguir con la siguiente.
2. En el esquema de la neurona multipolar, el axón se muestra cubierto de neurilema. La vista disecada de los recubrimientos se encuentra a su derecha.

NEURONA
CUERPO CELULAR*
  NÚCLEO a
    NUCLEOLO b
  CITOPLASMA c
    CUERPOS DE NISSL d

PROLONGACIONES*
  PROLONGACIONES PERIFÉRICAS e
  PROLONGACIONES CENTRALES f
  DENDRITA g
  AXÓN h

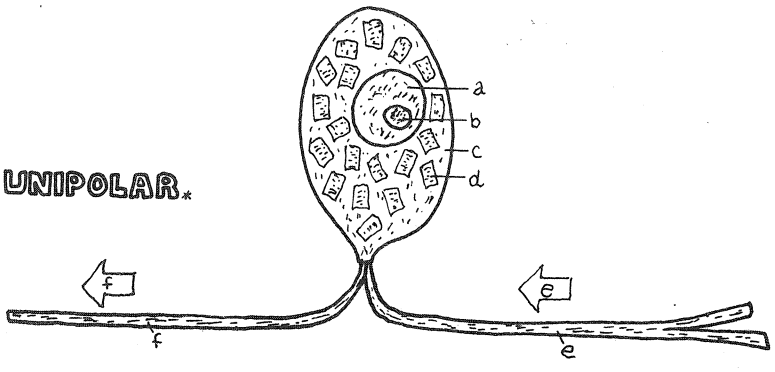
La unidad funcional fundamental del sistema nervioso es la célula nerviosa o *neurona*. Las células nerviosas se caracterizan por su capacidad para generar y conducir formas de energía electroquímica llamadas impulsos nerviosos. Los impulsos nerviosos no son electrones, sin embargo están relacionados con la electricidad, ya que es la difusión de átomos cargados eléctricamente (iones) a través de la membrana de la célula nerviosa, lo que crea el impulso. Una célula nerviosa está formada por un *cuerpo celular* y una o más *prolongaciones*. El cuerpo celular está constituido por el *núcleo* de la célula y algo de *citoplasma* que lo rodea. Grandes grupos de retículo endoplásmico rugoso (*cuerpos de Nissl*) pueden verse en el citoplasma en la mayoría de las células nerviosas del cuerpo. Las prolongaciones son extensiones del cuerpo celular y están constituidas por citoplasma cubierto por membrana. Así pues, son estructuras vivientes. Bajo condiciones adecuadas, ciertas prolongaciones en los nervios periféricos pueden regenerarse después de haber sido cortadas.

Las neuronas se clasifican estructuralmente por el número de prolongaciones ("polos") asociados a cada cuerpo celular: *unipolar* (una prolongación) *bipolar* (dos prolongaciones) y multipolar (dos o más prolongaciones). Las tres configuraciones básicas que se muestran resumen la gran variedad de formas de las neuronas. Aquellas prolongaciones cortas, muy ramificadas en forma de árbol, sin recubrimiento y a menudo con "espinas" para las sinapsis (conexiones con otras neuronas) se llaman *dendritas*. Funcionalmente, las dendritas son definidas como las prolongaciones que conducen los impulsos al cuerpo celular. Lo anterior está bien para las neuronas multipolares, pero la definición pierde validez en el caso de las neuronas unipolares y bipolares, en donde las dendritas funcionales tienen todas las características estructurales de los axones. Los *axones* uno para cada célula nerviosa, son prolongaciones delgadas y largas que tienden a viajar en haces (nervios y tractos). A menudo están envueltos por recubrimientos y se ramifican al final de las prolongaciones. Funcionalmente, los axones conducen impulsos hacia afuera de la neurona. Las prolongaciones de las neuronas unipolares y bipolares son denominadas a menudo centrales y periféricas; en el contexto de nervios y tractos, generalmente son consideradas como axones.

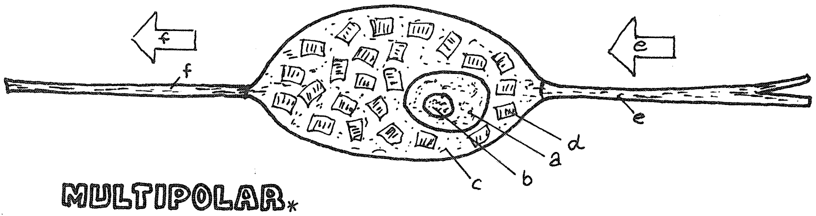
RECUBRIMIENTOS DEL AXÓN*
MIELINA i
NEURILEMA j
NODO DE RANVIER k
NÚCLEO DE LA CÉLULA DE SCHWANN l

La mayoría de los axones están envueltos por una o dos cubiertas, *mielina y/o neurilema. El neurilema* está formado por la membrana celular de las *células de Schwann* la cual rodea a los axones grandes de los nervios periféricos para formar capas múltiples de *mielina*. Las envolturas de mielina de los axones del sistema nervioso central están formadas por ciertas células de la *neuroglia. La mielina*, un *fosfolípido*, aisla los axones y aumenta la velocidad de conducción de impulsos. *El neurilema* juega un papel muy importante en la regeneración de nervios periféricos. Las muescas periódicas a lo largo de los nervios nuclinizados (*nodos de Ranvier*) representan la unión entre las células de Schwann sucesivas, estos nodos también aumentan la velocidad de conducción de los impulsos.

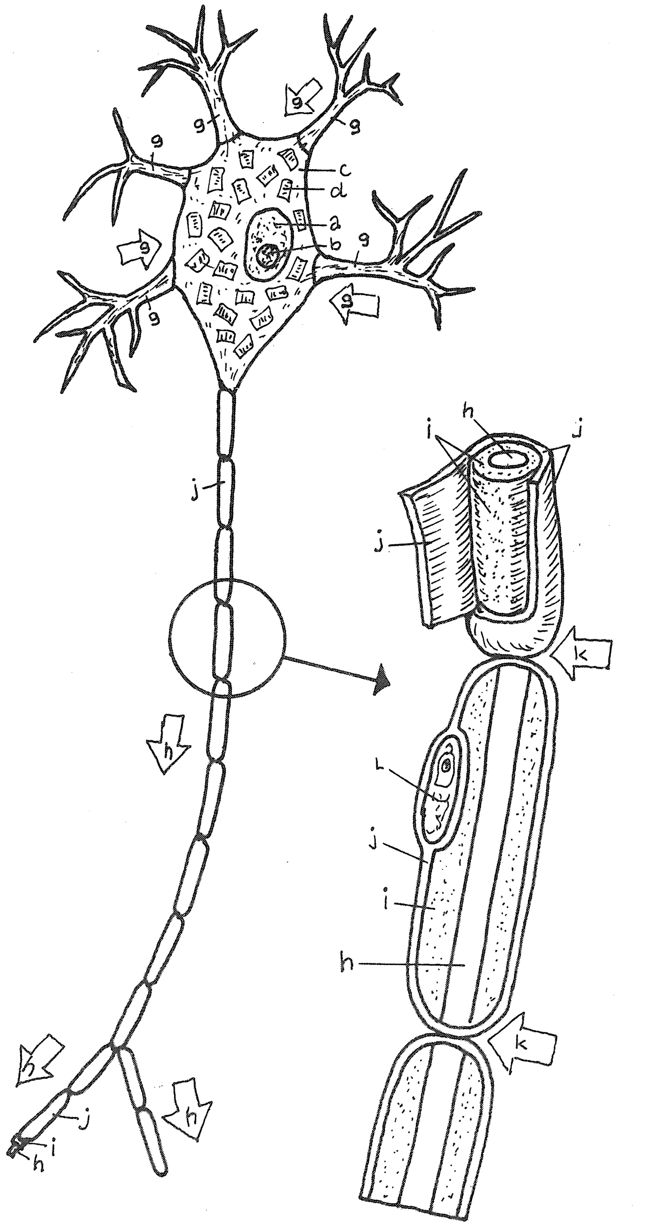
UNIPOLAR*



BIPOLAR*

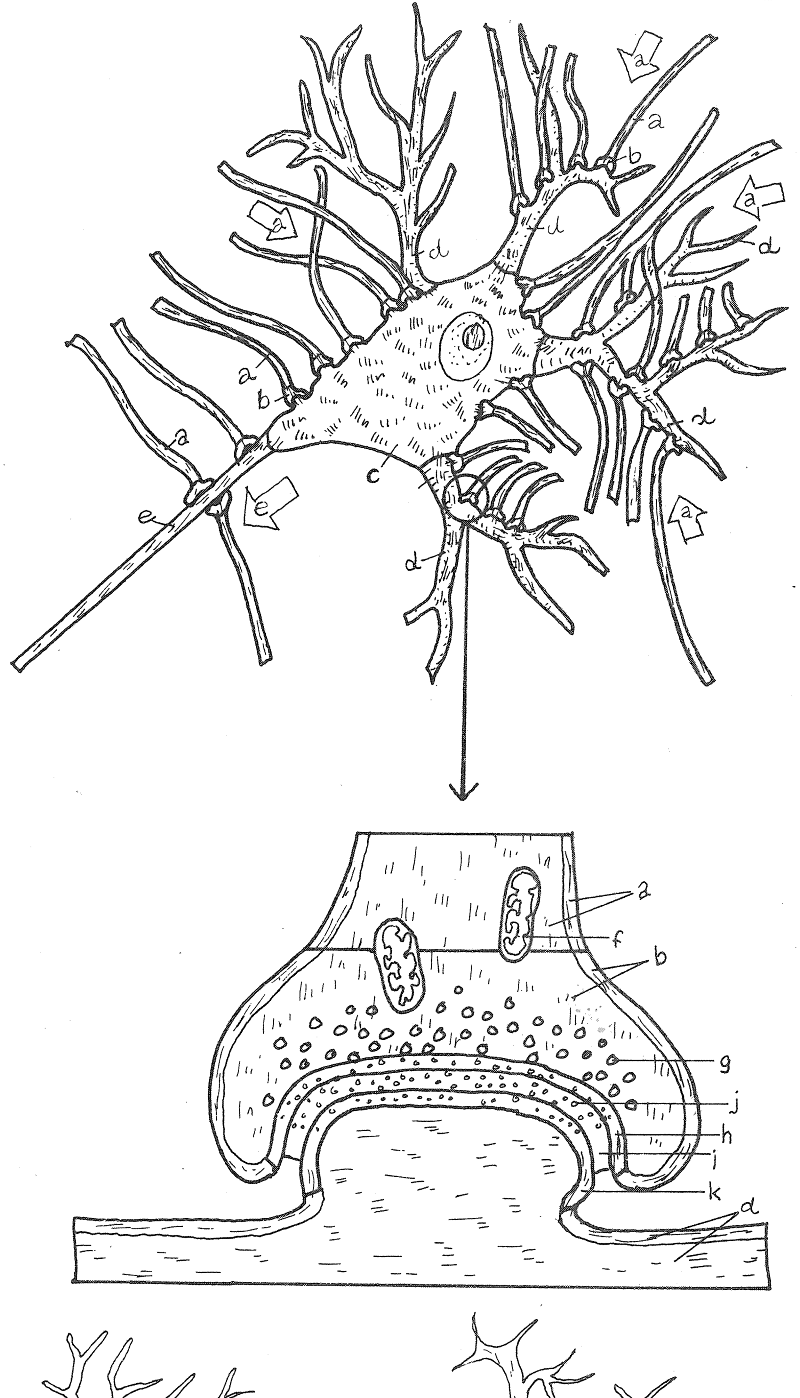


MULTIPOLAR*



SISTEMA NERVIOSO
ANATOMÍA DE UNA SINAPSIS*

NC 9
1. Ilumine completamente el cuerpo celular (c) de un solo color; sus prolongaciones tienen sus propios colores.
2. Utilice colores obscuros para las estructuras (g) y (j).



AXÓN PRESINÁPTICO a
  PIE SINÁPTICO b
CUERPO CELULAR c
  DENDRITA d
  AXÓN POSTSINÁPTICO e

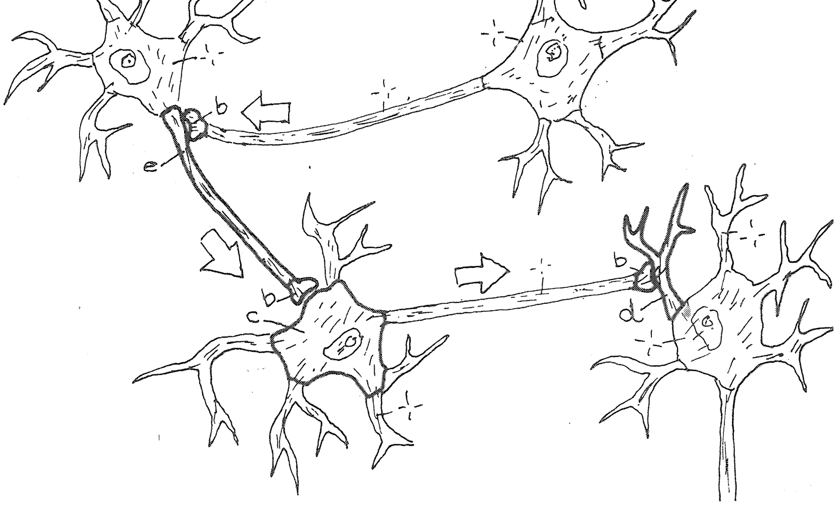
Las conexiones entre las neuronas se llaman *sinapsis* (abrochar). Las sinapsis son medios a través de los cuales se pueden efectuar transmisiones excitatorias (o inhibitorias) desde una o más neuronas a otras. Una o dos sinapsis entre neuronas (como se muestra abajo) hacen posible arcos reflejos simples entre una entrada sensorial y una salida motora. Las sinapsis múltiples (que se muestran en la célula nerviosa de la parte superior y que reciben varios axones presinápticos) aumentan en gran número las opciones disponibles para la acción nerviosa. La capacidad para integrar, coordinar, asociar y modificar la entrada sensorial y recuerdos de experiencias previas para llevar a cabo una respuesta motora determinada (muscular), está directamente relacionado con el número de sinapsis dentro del cerebro y la médula ósea, y se ha calculado que ese número excede a 10,000,000,000,000. Se sabe que ciertas neuronas reciben más de 5,000 sinapsis por célula nerviosa.

SINAPSIS*

AXÓN PRESINÁPTICO a
  PIE SINÁPTICO b
  MITOCONDRIA f
  VESÍCULAS SINÁPTICAS g
  MEMBRANA PRESINÁPTICA h
ESPACIO SINÁPTICO i
NEUROTRANSMISOR j
MEMBRANA POSTSINÁPTICA k
AXÓN POSTSINÁPTICO e

TIPOS DE SINAPSIS*

AXO. b AXÓNICA e
AXO. b SOMÁTICA c
AXO. b DENDRÍTICA d



Puede presentarse una sinapsis típica entre axón y axón, axón y cuerpo celular (soma) o entre axón y dendrita. Una sinapsis, expuesta por microscopio electrónico, parece trabajar de la siguiente manera. Un impulso electroquímico baja por la membrana celular del *axón presináptico*. Conforme el impulso alcanza el ensanchado *pie sináptico*,*vesículas* de substancia *neurotransmisora* se mueven hacia la *membrana presináptica*, se unen a ella y dicha substancia es liberada hacia el *espacio sináptico*. Las *mitocondrias* dan energía a la rápidamente renovada producción de substancia transmisora. Como usted puede ver, las dos neuronas comprometidas en la sinapsis no hacen contacto físico. La substancia transmisora se combina con un arreglo molecular específico en la *membrana postsináptica* de la neurona que la recibe (receptora) y la neurona postsináptica reacciona en una de dos maneras: se excita químicamente y, frente a transmisiones sinápticas repetidas o sinapsis múltiples (facilitación), alcanzará y sobrepasará el umbral necesario para disparar un impulso electroquímico o será inhibida químicamente para que no se excite, y frente a tales transmisiones/sinapsis repetidas (inhibición) *no* alcanzará el umbral necesario para generar un impulso. La suma de la actividad neruonal en el cerebro y médula espinal se refleja ampliamente en la facilitación e inhibición de estímulos provenientes de receptores sensoriales y la respuesta motora.

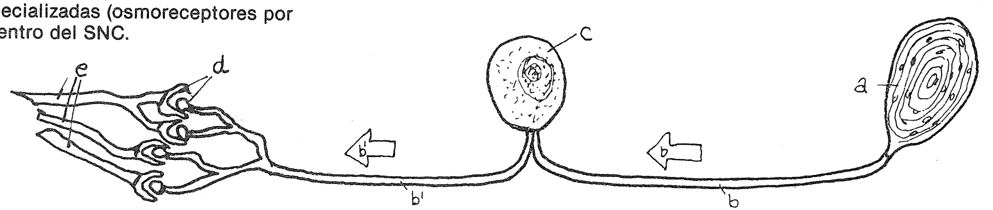
SISTEMA NERVIOSO
CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS NEURONAS/TERMINACIONES NERVIOSAS$_{*}$

LÁMINA 114

véanse también 112, 113

De una manera general, la mayoría de las neuronas del sistema nervioso funcionan en una de tres formas: conducen impulsos de la periferia al sistema nervioso central (neuronas aferentes); conducen impulsos del sistema nervioso central hacia la periferia del cuerpo (neuronas eferentes); o forman una red de neuronas interconectadas entre las neuronas aferente y eferente. Si las neuronas van desde o hacia la periferia del cuerpo (estructuras musculoesqueléticas de los miembros y la pared corporal o piel y fascia) se les aplica el sufijo *somático* (aferente somática y eferente somática). Si las neuronas van hacia o vienen de estructuras huecas (vísceras) se aplica el sufijo *visceral* (aferente visceral y eferente visceral). Aquí no se consideran las neuronas que secretan hormonas o factores de liberación o aquellas neuronas receptoras especializadas (osmoreceptores por ejemplo) que se encuentran completamente dentro del SNC.

NC 11
1. Adviértase que en los dos dibujos inferiores, la neurona sensorial y la motora reciben un color diferente. En los esquemas superiores, las partes que la componen reciben también diferente color.
2. Ilumine b, b^1 y c con los colores que se utilizaron en la lámina anterior para ellas, en donde tenían diferentes letras de identificación.



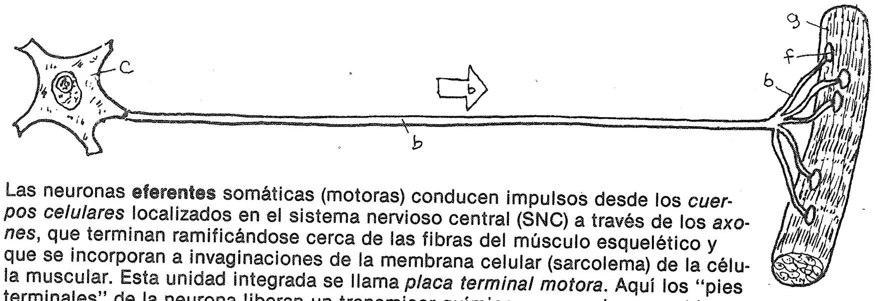
NEURONA SENSORIAL$_{*}$ (AFERENTE)$_{*}$

RECEPTOR$_{a}$
AXÓN (PROLONGACIÓN PERIFÉRICA)$_{b}$
CUERPO CELULAR$_{c}$
AXÓN (PROLONGACIÓN CENTRAL)$_{b'}$
SINAPSIS$_{d}$
SISTEMA NERVIOSO CENTRAL$_{e}$

Las neuronas **aferentes** (sensoriales) (tanto la visceral como la somática) conducen impulsos desde los receptores sensoriales hacia las sinapsis en el sistema nervioso central. Los receptores pueden ser sensibles al tacto, presión, dolor, posición, tensión muscular, concentración química, luz u otro estímulo mecánico. Estos *receptores* informan a la persona de su medio interno y de los cambios que pueden ocurrir en cada uno. Las neuronas que conducen impulsos desde estos receptores son casi siempre unipolares. Sus *prolongaciones periféricas* ("axones") conducen los impulsos a los *cuerpos celulares*, y las *prolongaciones centrales* conducen los impulsos hacia el cerebro o médula espinal (*sistema nervioso central*), en donde hacen sinapsis al mismo, más alto o más bajo nivel del que entraron.

NEURONA MOTORA SOMÁTICA$_{*}$ (EFERENTE)$_{*}$

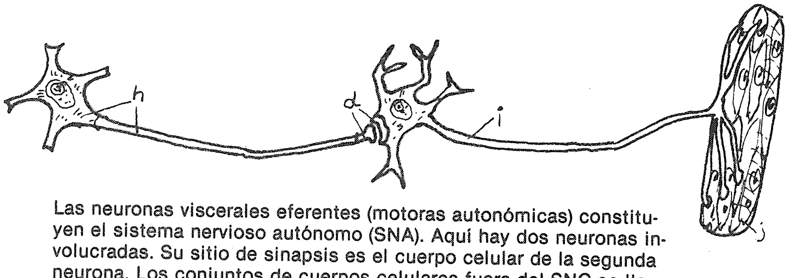
CUERPO CELULAR$_{c}$
AXÓN$_{b}$
PLACA TERMINAL MOTORA$_{f}$
MÚSCULO ESQUELÉTICO$_{g}$ (EFECTOR)$_{g}$



Las neuronas **eferentes** somáticas (motoras) conducen impulsos desde los *cuerpos celulares* localizados en el sistema nervioso central (SNC) a través de los *axones*, que terminan ramificándose cerca de las fibras del músculo esquelético y que se incorporan a invaginaciones de la membrana celular (sarcolema) de la célula muscular. Esta unidad integrada se llama *placa terminal motora*. Aquí los "pies terminales" de la neurona liberan un transmisor químico que ocasiona cambios químicos en la membrana de la célula muscular (efector) induciéndola a acortarse o contraerse en respuesta.

NEURONA MOTORA AUTONÓMICA$_{*}$ (EFERENTE)$_{*}$

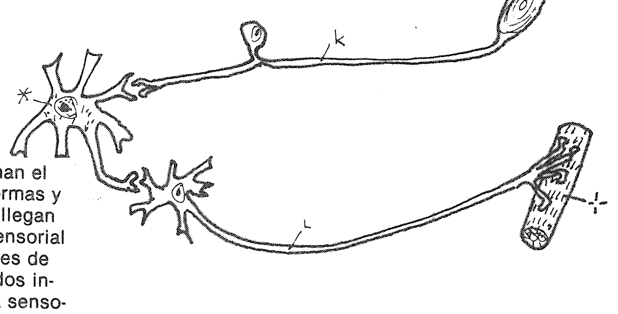
NEURONA PREGANGLIONAR$_{h}$
SINAPSIS$_{d}$
NEURONA POSTGANGLIONAR$_{i}$
MÚSCULO LISO (EFECTOR)$_{j}$



Las neuronas viscerales eferentes (motoras autonómicas) constituyen el sistema nervioso autónomo (SNA). Aquí hay dos neuronas involucradas. Su sitio de sinapsis es el cuerpo celular de la segunda neurona. Los conjuntos de cuerpos celulares fuera del SNC se llaman *ganglios*. La primera neurona o *pre*ganglionar se origina en el SNC, y su axón se dirige a un ganglio generalmente localizado cerca del SNC. Aquí *hace sinapsis* con el cuerpo celular de la neurona *post*ganglionar, cuyo axón prosigue hacia el órgano efector: *músculo liso, músculo cardiaco, o glándulas*. En respuesta a la estimulación por esta neurona, los músculos liso y cardiaco se contraen o las glándulas secretan. En general, sólo las vísceras tienen músculo liso o glándulas, y sólo las neuronas de SNA las inervan.

NEURONA DE ASOCIACIÓN (INTERNEURONA)$_{*}$

NEURONA SENSORIAL$_{k}$
NEURONA DE ASOCIACIÓN$_{*}$
NEURONA MOTORA$_{l}$



Las **neuronas de asociación o intercalares** se encuentran principalmente en el SNC. Forman el grueso de las neuronas del cerebro y de la médula espinal. Las hay en una variedad de formas y tamaños. Muchas de ellas están directamente relacionadas a los impulsos aferentes que llegan y otras con los impulsos eferentes que salen. Otras más sirven para integrar el ingreso sensorial con centros más altos para efectuar una respuesta motora adecuada. Los cuerpos celulares de estas neuronas forman la mayor parte de la materia gris del SNC, y sus axones mielinizados integran gran parte de la materia blanca. En la situación más simple, conectan una neurona sensorial y una motora en un arco reflejo, como se muestra aquí.

SISTEMA NERVIOSO
ARCOS REFLEJOS.*

véase también 114

NC 8

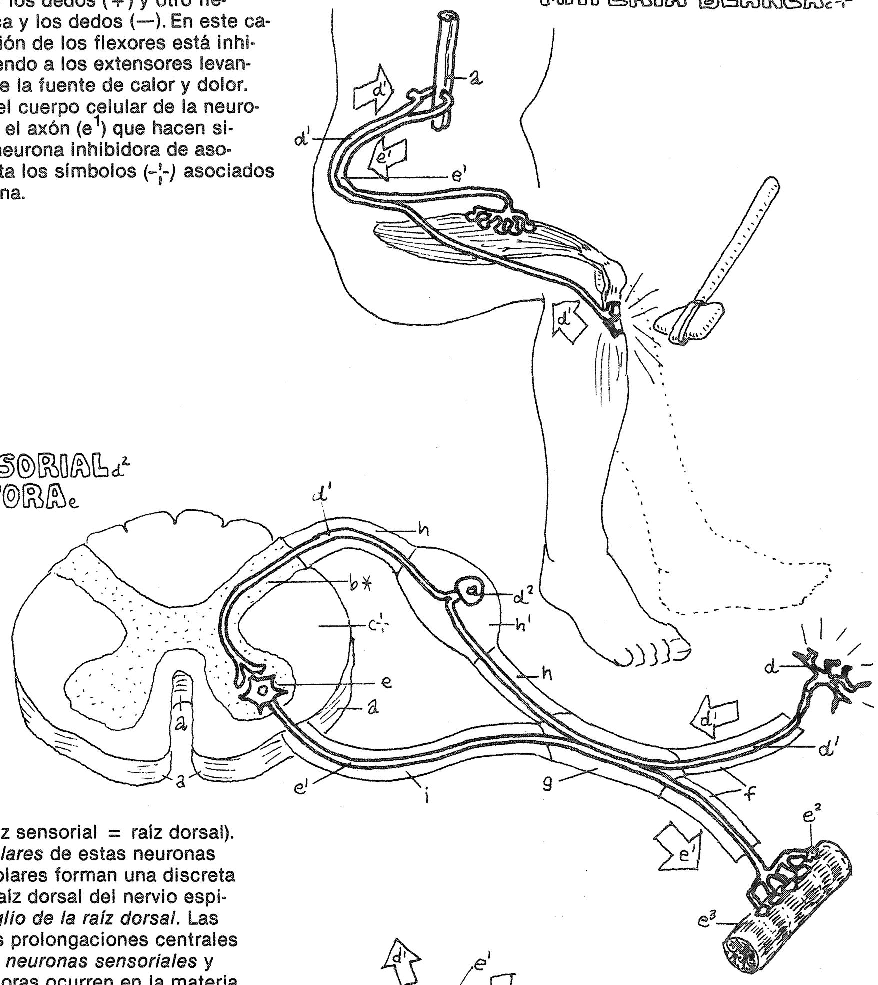
1. Ilumine el dibujo superior primero, empezando en el sitio en que el martillo golpea el tendón (donde se localizan el receptor de estiramiento y el axón sensorial).
2. Complete el diagrama del arco monosináptico. Para simplificar las cosas, cada nervio, con sus raíces y sus ramas (de la f a la i), se muestra sólo conteniendo una de cada tipo de neurona, y cada una está aumentada varias veces de tamaño para que pueda iluminarse. Conforme vaya coloreando las diversas partes del nervio espinal, recuerde que, en realidad, son cientos de prolongaciones nerviosas las que componen dichas partes (y cientos de cuerpos celulares los que hay en esos ganglios).
3. Ilumine el dibujo de la mano que se retira de la llama. Note que en este reflejo están involucrados dos músculos: uno extiende la muñeca y los dedos (+) y otro flexiona la muñeca y los dedos (—). En este caso, la contracción de los flexores está inhibida (-) permitiendo a los extensores levantar los dedos de la fuente de calor y dolor.
4. No ilumine el cuerpo celular de la neurona motora (e) y el axón (e^1) que hacen sinapsis con la neurona inhibidora de asociación. Advierta los símbolos (-¦-) asociados con esta neurona.

MÉDULA ESPINAL$_a$
MATERIA GRIS$_{b*}$
MATERIA BLANCA$_{c\text{-¦-}}$

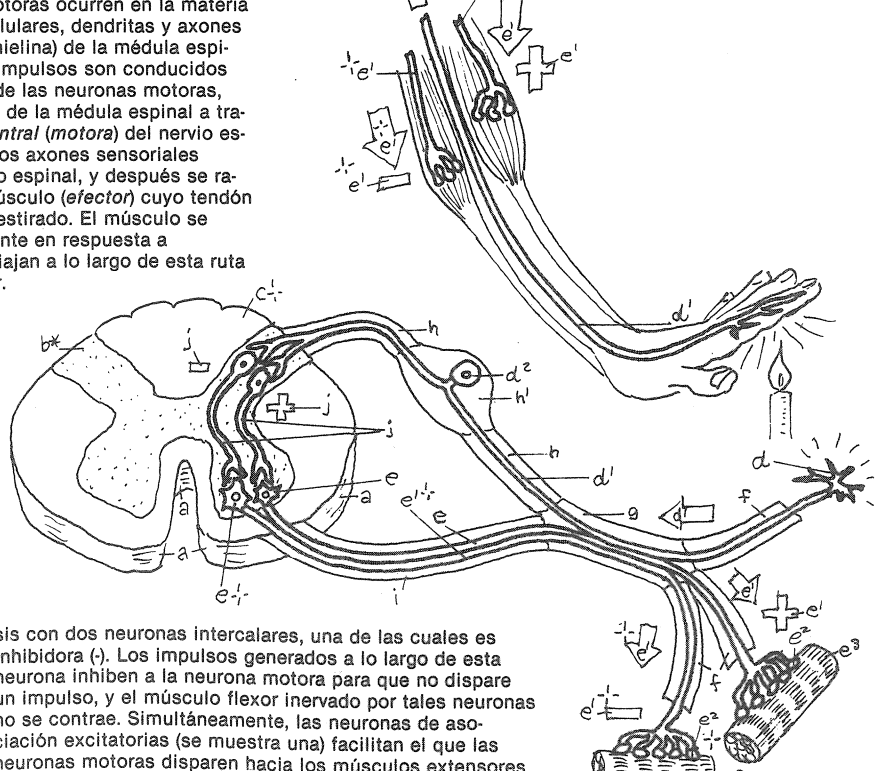
ARCO MONOSINÁPTICO.*
(2 NEURONAS).*

RECEPTOR DE ESTIRAMIENTO$_d$
AXÓN SENSORIAL$_{d^1}$
CUERPO CELULAR DE NEURONA SENSORIAL$_{d^2}$
CUERPO CELULAR DE NEURONA MOTORA$_e$
AXÓN MOTOR$_{e^1}$
PLACA TERMINAL MOTORA$_{e^2}$
EFECTOR$_{e^3}$

RAMAS DEL NERVIO ESPINAL$_f$
NERVIO ESPINAL$_g$
RAÍZ DORSAL$_h$ GANGLIO$_{h^1}$
RAÍZ VENTRAL$_i$



Un reflejo representa una actividad básica del sistema nervioso: la respuesta a un estímulo sin inicio voluntario (involuntario). Excepto los de destreza, los movimientos corporales son en su mayoría reflejos: latido cardiaco, movimientos respiratorios, actividad digestiva, ajustes posturales. Para varios estímulos, la respuesta es siempre contracción muscular (o secreción glandular). El reflejo más simple es el *reflejo de estiramiento monosináptico*: sólo está involucrada una sinapsis. El reflejo se inicia al golpear un tendón, estimulando muchos *receptores de estiramiento*. Los impulsos son conducidos por neuronas sensoriales cuyos *axones* forman parte del *nervio espinal* y *sus ramas* (un nervio es un conjunto de axones sensoriales y motores fuera del SNC). Conforme el nervio se aproxima a la médula espinal, su raíz sensorial se separa para entrar a la médula en su superficie dorsal (de ahí, raíz sensorial = raíz dorsal). Los *cuerpos celulares* de estas neuronas sensoriales unipolares forman una discreta dilatación en la raíz dorsal del nervio espinal, llamada *ganglio de la raíz dorsal*. Las sinapsis entre las prolongaciones centrales ("axones") de las *neuronas sensoriales* y las neuronas motoras ocurren en la materia gris (cuerpos celulares, dendritas y axones desnudos (sin mielina) de la médula espinal. De ahí, los impulsos son conducidos por los *axones* de las neuronas motoras, las cuales salen de la médula espinal a través de la *raíz ventral* (*motora*) del nervio espinal, se une a los axones sensoriales dentro del nervio espinal, y después se ramifican en el músculo (*efector*) cuyo tendón fue golpeado o estirado. El músculo se contrae débilmente en respuesta a estímulos que viajan a lo largo de esta ruta del nervio motor.



ARCO POLISINÁPTICO.*
(MULTINEURONAL).*

NEURONA DE ASOCIACIÓN$_j$
(INTERNEURONA)$_j$
RECEPTOR DEL DOLOR$_d$

Los reflejos polisinápticos van desde el simple retiro reflejo como se muestra aquí hasta reflejos que involucran varios segmentos de la médula espinal o varios centros cerebrales. Son mucho más comunes que los reflejos de estiramiento. Las neuronas de asociación de la substancia gris median la transferencia de la excitación de las neuronas sensoriales a las motoras. En este caso, el proceso central de la neurona sensorial se divide para hacer sinapsis con dos neuronas intercalares, una de las cuales es inhibidora (-). Los impulsos generados a lo largo de esta neurona inhiben a la neurona motora para que no dispare un impulso, y el músculo flexor inervado por tales neuronas no se contrae. Simultáneamente, las neuronas de asociación excitatorias (se muestra una) facilitan el que las neuronas motoras disparen hacia los músculos extensores y estos músculos se contraen en respuesta.

SISTEMA NERVIOSO ORGANIZACIÓN*

NC 6

1. Ilumine ambas ilustraciones simultáneamente, notando que los nervios craneales no aparecen en la figura de pie. Cuando ilumine los nervios espinales en esa figura, note usted que las ramas se convierten en líneas (debido a limitaciones de espacio). En estos casos ilumine sobre la línea simplemente.

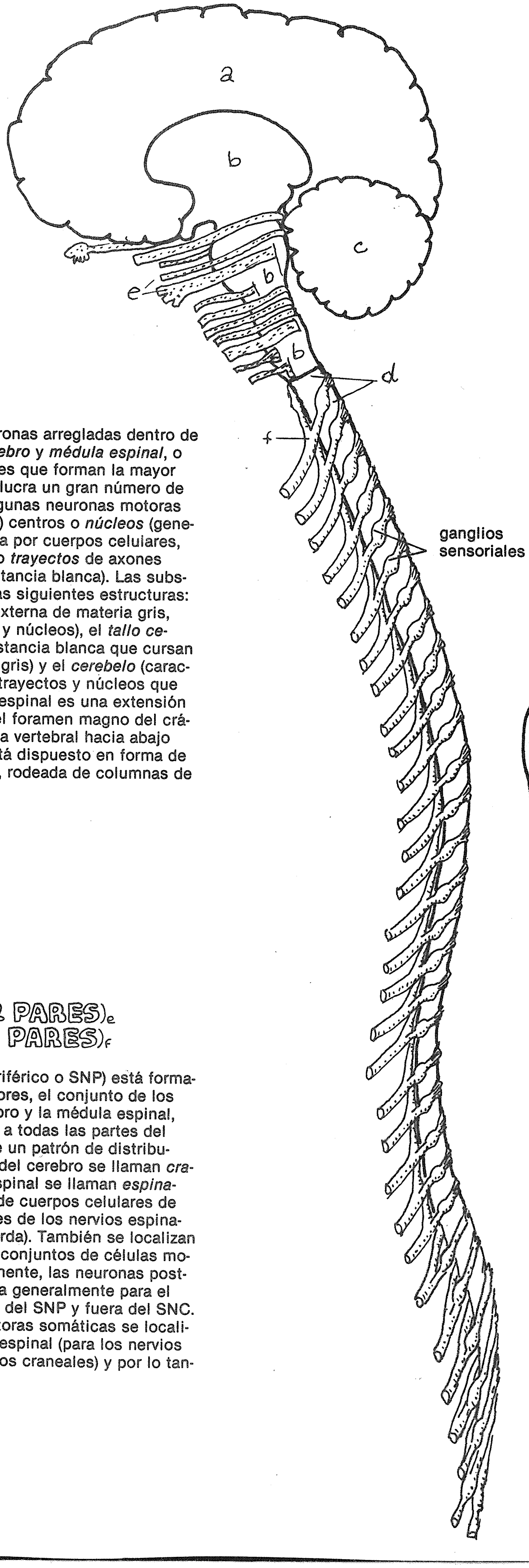
SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)*

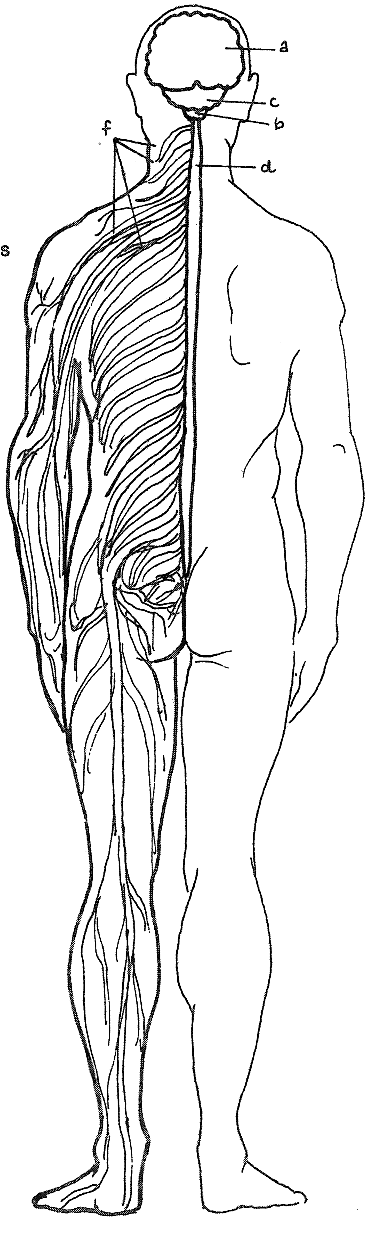
CEREBRO.

CEREBRO a
TALLO CEREBRAL b
CEREBELO c

MÉDULA ESPINAL d

El sistema nervioso está formado por neuronas arregladas dentro de una parte central altamente integrada (*cerebro* y *médula espinal*, o SNC) y haces de prolongaciones neuronales que forman la mayor parte de la porción periférica. El SNC involucra un gran número de neuronas multipolares, de asociación y algunas neuronas motoras superiores interconectadas para formar: (1) centros o *núcleos* (generalmente llamados materia gris) constituida por cuerpos celulares, dendritas y axones desnudos, y (2) haces o *trayectos* de axones mielinizados (generalmente llamados substancia blanca). Las substancias gris y blanca del cerebro forman las siguientes estructuras: el *cerebro* (caracterizado por una corteza externa de materia gris, masas de trayectos que corren por debajo y núcleos), el *tallo cerebral* (caracterizado por columnas de substancia blanca que cursan entre áreas discretas y difusas de materia gris) y el *cerebelo* (caracterizado por una corteza de materia gris y trayectos y núcleos que se encuentran debajo de ésta). La médula espinal es una extensión del sistema nervioso central; se inicia en el foramen magno del cráneo y pasa a través del canal de la columna vertebral hacia abajo hasta el nivel de la 4a. vértebra lumbar. Está dispuesto en forma de un H en su porción central de materia gris, rodeada de columnas de trayectos.





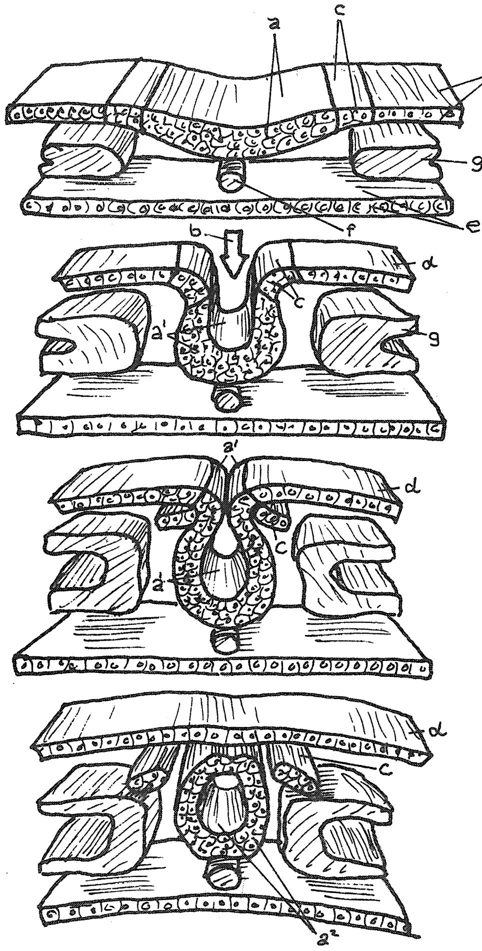
SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO (SNP)*

NERVIOS CRANEALES (12 PARES) e
NERVIOS ESPINALES (31 PARES) f

La porción periférica (sistema nervioso periférico o SNP) está formada por haces de axones sensoriales y motores, el conjunto de los cuales se llama nervio) que salen del cerebro y la médula espinal, segmentaria y bilateralmente, y que llegan a todas las partes del cuerpo (viscerales y somáticos) a través de un patrón de distribución predecible. Los nervios que emergen del cerebro se llaman *craneales*; aquéllos que salen de la médula espinal se llaman *espinales*. Se encuentran pequeñas colecciones de cuerpos celulares de neuronas sensoriales, en las raíces dorsales de los nervios espinales (marcados en la ilustración de la izquierda). También se localizan en lugares discretos a lo largo del cuerpo, conjuntos de células motoras autonómicas (viscerales) (específicamente, las neuronas postganglionares). El término *ganglio* se reserva generalmente para el conjunto de tales cuerpos celulares dentro del SNP y fuera del SNC. Los cuerpos celulares de las neuronas motoras somáticas se localizan dentro de la materia gris de la médula espinal (para los nervios espinales) y el tallo cerebral (para los nervios craneales) y por lo tanto se llaman más propiamente núcleos.

SISTEMA NERVIOSO
DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL*

NC 15
1. Ilumine cada ilustración completamente antes de seguir con la siguiente. Observe cuidadosamente los cambios del desarrollo que toman lugar de una etapa a la otra.

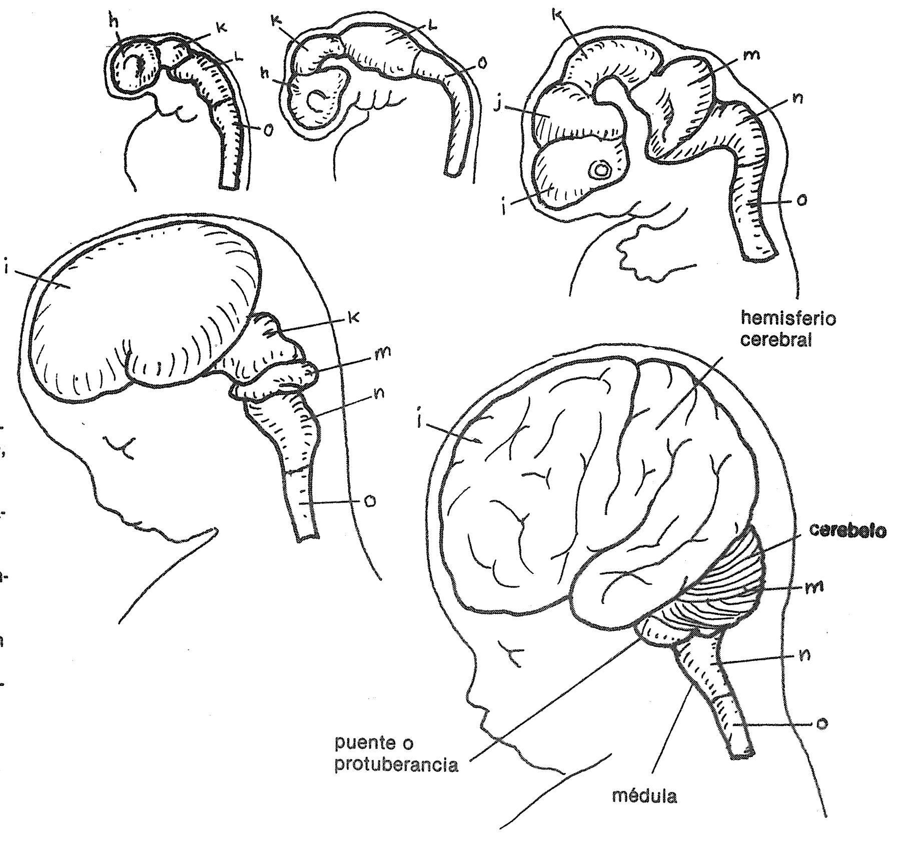


PLACA NEURAL$_a$/PLIEGUE$_{a^1}$/TUBO$_{a^2}$
SURCO NEURAL$_b$
CRESTA NEURAL$_c$
ECTODERMO SUPERFICIAL (PIEL)$_d$
ENDODERMO (CORTADO)$_e$
NOTOCORDA$_f$
MESODERMO$_g$
(ESQUELETO/MÚSCULO)$_g$

El sistema nervioso se desarrolla a partir del ectodermo, una de las tres capas germinativas primarias del embrión. El arreglo de estas tres capas básicas con respecto a la pared dorsal del cuerpo del embrión de tres semanas puede observarse a la derecha, en un corte transversal idealizado. La capa de ectodermo de la piel en desarrollo se pliega hacia adentro a lo largo de la línea media de la espalda desde la cabeza hasta la cola. Conforme se va formando el tubo, éste se separa del ectodermo. Este tubo neural se transformará en el cerebro y la médula espinal. Las células de la cresta neural se desarrollarán a formar ciertas células nerviosas del sistema nervioso periférico. El mesodermo que lo rodea formará el cráneo (para el cerebro) y la columna vertebral (que rodea a la médula espinal) y músculos relacionados con ella. La notocorda (una barra de soporte primitiva del embrión) será absorbida por la columna vertebral en desarrollo y remanentes de ella permanecerán como núcleo de los discos intervertebrales (núcleo pulposo). El endodermo contribuirá al desarrollo del tracto digestivo.

CEREBRO ANTERIOR$_h$
TELENCÉFALO$_i$
DIENCÉFALO$_j$
CEREBRO MEDIO$_k$
(MESENCÉFALO)$_k$
CEREBRO POSTERIOR$_l$
METENCÉFALO$_m$
MIELENCÉFALO$_n$
MÉDULA ESPINAL$_o$

El sistema nervioso central empieza como un tubo hueco, dorsal. La cabeza o un tercio cefálico del tubo sufre una proliferación significativamente mayor que los dos tercios caudales. Dicha porción cefálica se transformará en el cerebro y la porción caudal será parte de la médula espinal. Estas ilustraciones se concentran en los cambios que ocurren en el desarrollo del cerebro. Al término de tres semanas de desarrollo embrionario, son aparentes tres regiones del cerebro en desarrollo: el cerebro anterior, el medio y el cerebro posterior. Con el crecimiento subsiguiente, el cerebro anterior se expande para formar el gran telencéfalo (cerebro alejado) y el diencéfalo más central. El cerebro medio conserva su forma tubular como el mesencéfalo. El cerebro posterior se diferencia en una porción superior que es el metencéfalo (cerebro de cambio), que se caracteriza por una saculación dorsal grande y una porción inferior que es el mielencéfalo (cerebro espinal), el cual se angosta hacia abajo para convertirse en la médula espinal al nivel del foramen magno del cráneo. Así pues, se forman cinco regiones a partir de las tres básicas. Los derivados de estas cinco regiones en la edad adulta son: los hemisferios cerebrales o cerebro (telencéfalo); el tálamo, hipotálamo y epitálamo (diencéfalo, que se encuentra oculto por los hemisferios); los tubérculos cuadrigéminos y pedúnculos cerebrales (mesencéfalo, también oculto por los hemisferios); el puente o protuberancia y cerebelo (metencéfalo); la médula oblonga o bulbo raquídeo (mielencéfalo).



SISTEMA NERVIOSO
DESARROLLO DE LOS VENTRÍCULOS*

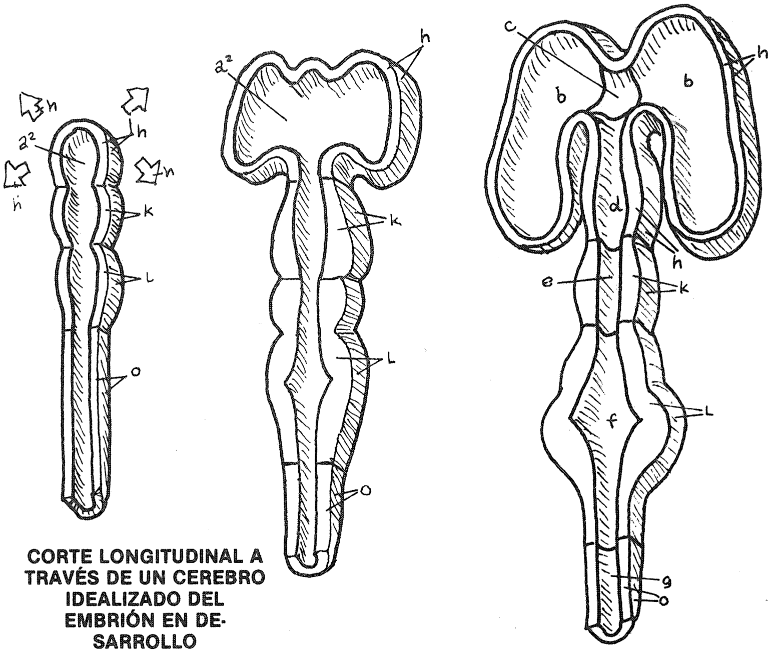
véase también 117

NC 13
1. Los primeros cinco títulos deben ser iluminados con los mismos colores utilizados para ellos en la lámina anterior.
2. Termine cada ilustración de las superiores antes de proseguir con la siguiente.
3. Ilumine las dos vistas inferiores de los ventrículos simultáneamente.
4. Las áreas punteadas en el dibujo central representan tejido cerebral en desarrollo el cual está organizado como se muestra en la ilustración superior y en la lámina 117.

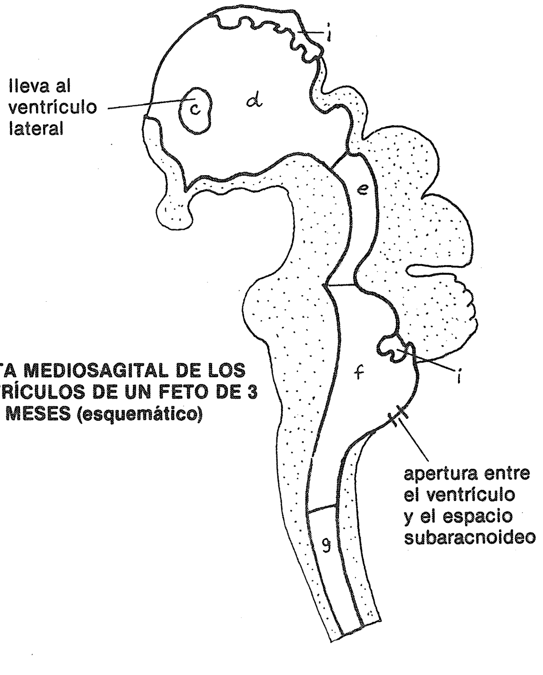
CEREBRO ANTERIOR h
CEREBRO MEDIO k
CEREBRO POSTERIOR L
MÉDULA ESPINAL o
CAVIDAD NEURAL a²

VENTRÍCULOS LATERALES b
AGUJERO DE MONRO c
TERCER VENTRÍCULO d
ACUEDUCTO CEREBRAL e
CUARTO VENTRÍCULO f
CANAL CENTRAL DE LA MÉDULA ESPINAL g
PLEXOS COROIDEOS i

El sistema nervioso central se desarrolla a partir del tubo neural hueco en la mitad dorsal del embrión. La cavidad de este tubo está destinada a convertirse en los ventrículos cerebrales, y las formas de estos espacios reflejan los cambios y presiones mecánicas experimentados por las regiones cerebrales en desarrollo de las cuales forman parte. Primero siga usted el desarrollo de la cavidad del *cerebro anterior*. El cerebro anterior superior (telencéfalo) sufre una tremenda expansión en diferentes direcciones, y sus cavidades (*ventrículos laterales o primero y segundo* —uno para cada lado—) parecen apuntar hacia la dirección del crecimiento cerebral. Nótese el tamaño de los ventrículos laterales en comparación con las demás cavidades. La cavidad de la porción inferior del cerebro anterior (diencéfalo) es comprimida hasta quedar una delgada hendedura (*tercer ventrículo*) debido al desarrollo de los hemisferios. Los ventrículos laterales de estos hemisferios se comunican con el tercer ventrículo a través del *Agujero de Monro o foramen interventricular*. El tálamo termina a cada lado del tercer ventrículo. La cavidad del *cerebro medio* (mesencéfalo) sólo es modificada ligeramente debido a que los cambios externos de esta región son relativamente discretos. Esta cavidad mantiene su forma tubular como el *acueducto cerebral o de Silvio* que conecta el tercero y el cuarto ventrículos. La cavidad en desarrollo del *cerebro posterior* se distorsiona ligeramente debido a que es jalada posteriormente (dorsalmente) y lateralmente por los hemisferios cerebelosos en desarrollo. Este *cuarto ventrículo* es compartido por el metencéfalo y el mielencéfalo. Más abajo penetra en la substancia de la médula (mielencéfalo) para transformarse en el pequeño *canal central de la médula o canal ependimario*. En cada uno de los ventrículos (excepto por el acueducto), ciertas porciones de sus células de revestimiento (epéndimo —no se muestra—) se integran al recubrimiento más interno del cerebro, el cual está muy vascularizado (piamadre). Esta combinación de tejidos forma los *plexos coroideos* unidos al techo de cada ventrículo. Los plexos coroideos secretan el líquido cefalorraquídeo, el cual circula a través de los ventrículos y hacia el espacio subaracnoideo entre los recubrimientos del cerebro.

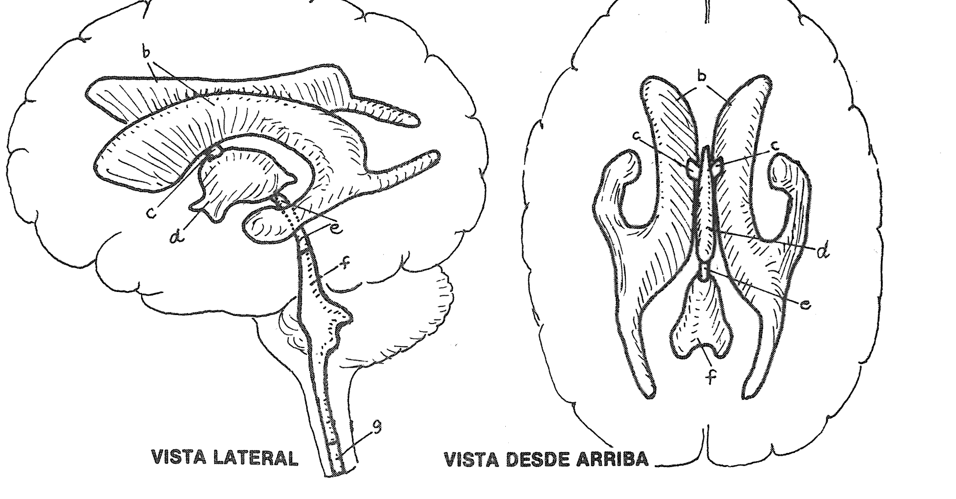


CORTE LONGITUDINAL A TRAVÉS DE UN CEREBRO IDEALIZADO DEL EMBRIÓN EN DESARROLLO


i
lleva al ventrículo lateral
c
d
e
f
i
apertura entre el ventrículo y el espacio subaracnoideo
g

VISTA MEDIOSAGITAL DE LOS VENTRÍCULOS DE UN FETO DE 3 MESES (esquemático)

VENTRÍCULOS (ligeramente agrandados)



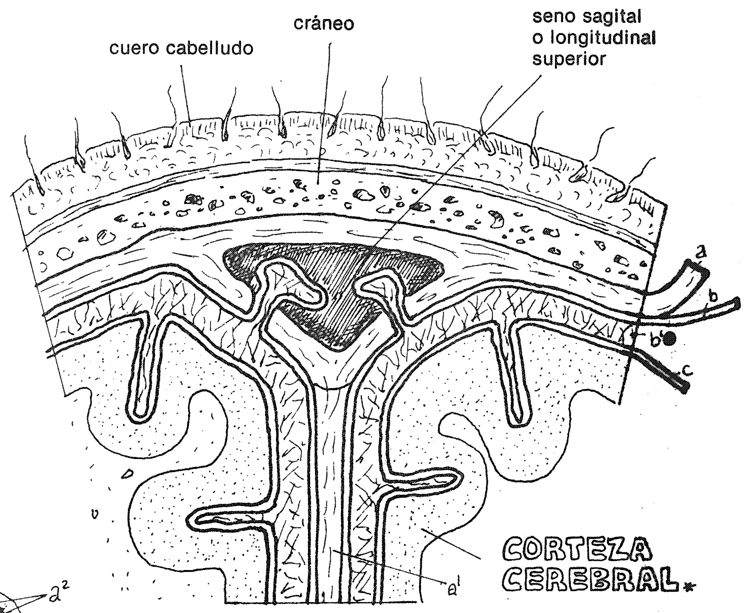
VISTA LATERAL **VISTA DESDE ARRIBA**

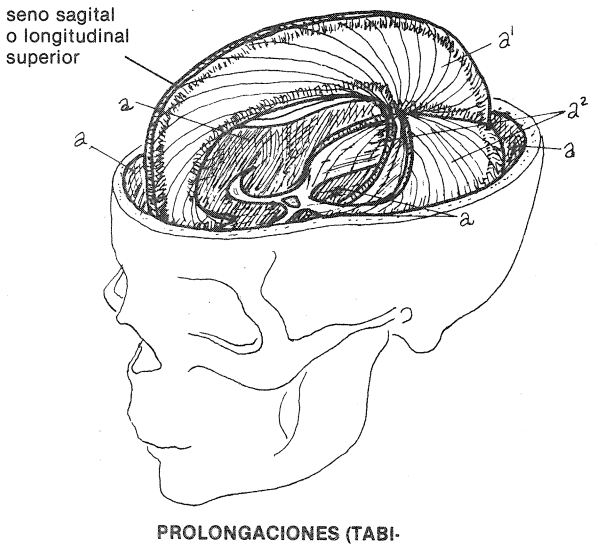
SISTEMA NERVIOSO
MENINGES DEL CEREBRO Y MÉDULA ESPINAL*

NC 3

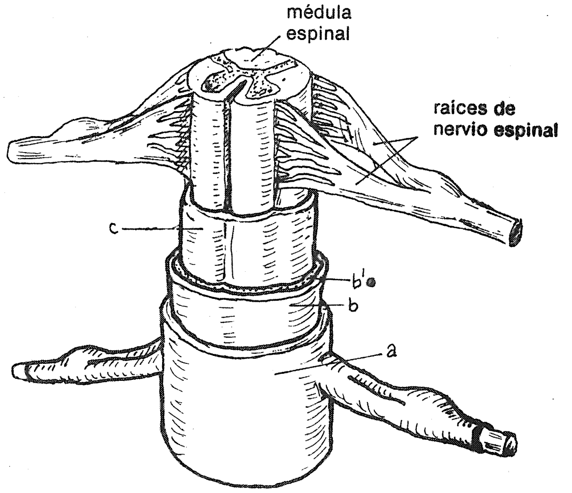
1. Nótese que para su fácil identificación, las tres meninges se muestran extendiéndose más allá de la ilustración de la derecha.
2. Utilice tres colores que no se hayan usado en los títulos inferiores de la lámina 118, ya que se usarán los diez en la siguiente lámina.
3. Las raíces del nervio espinal justo por debajo de la médula espinal (cola de caballo) se han cortado para ver mejor la cisterna lumbar.
4. Ilumine la dura (a) que recubre los huesos craneales con una presión menor que la usada en la hoz.

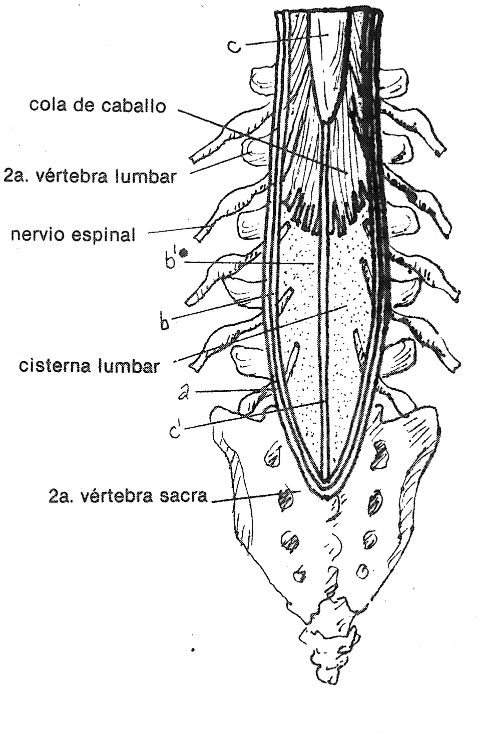
DURA MADRE$_{a}$
  HOZ DEL CEREBRO$_{a^1}$
  TIENDA DEL CEREBRO$_{a^2}$
ARACNOIDES$_{b}$
  ESPACIO SUBARACNOIDEO$_{b^1}$ ●
PIAMADRE$_{c}$
  FILUM TERMINALE$_{c^1}$





PROLONGACIONES (TABIQUES) DE LA DURAMADRE
(se han removido el cerebro y la calota)





El sistema nervioso central está recubierto por membranas fibrosas llamadas *meninges*. La más externa (*duramadre*) es la más gruesa, formada en su mayor parte por colágena y fibroblastos. Alrededor del cerebro la duramadre está compuesta por dos capas. La capa más externa está firmemente adherida a los huesos craneales como su periostio. La capa más interna, más delgada, penetra en algunos lugares para dividir las áreas del cerebro. Note usted el septo, en forma de guadaña, que separa los hemisferios cerebrales (no se muestra): es la *hoz o falce del cerebro*. Posteriormente la dura forma una capa en forma de tienda sobre el cerebelo (*tienda del cerebelo*), que lo separa de los lóbulos occipitales arriba. Estas son las principales invaginaciones de la dura en cuyos márgenes hay un número de senos venosos que drenan al cerebro. Nótese el seno sagital superior en la margen superior de la hoz. Esta gran vena tiene una importancia especial, como se puede ver. En el canal de la columna vertebral, la dura es de una sola capa, ya que las vértebras tienen su propio periostio y ligamentos que absorben los golpes. La dura, que continúa hacia abajo del foramen magno, forma una envoltura para la médula espinal hasta el nivel de la 2a. vértebra sacra en donde se ancha firmemente. La dura forma mangas alrededor de las raíces de una corta porción de las primeras porciones de los nervios espinales.

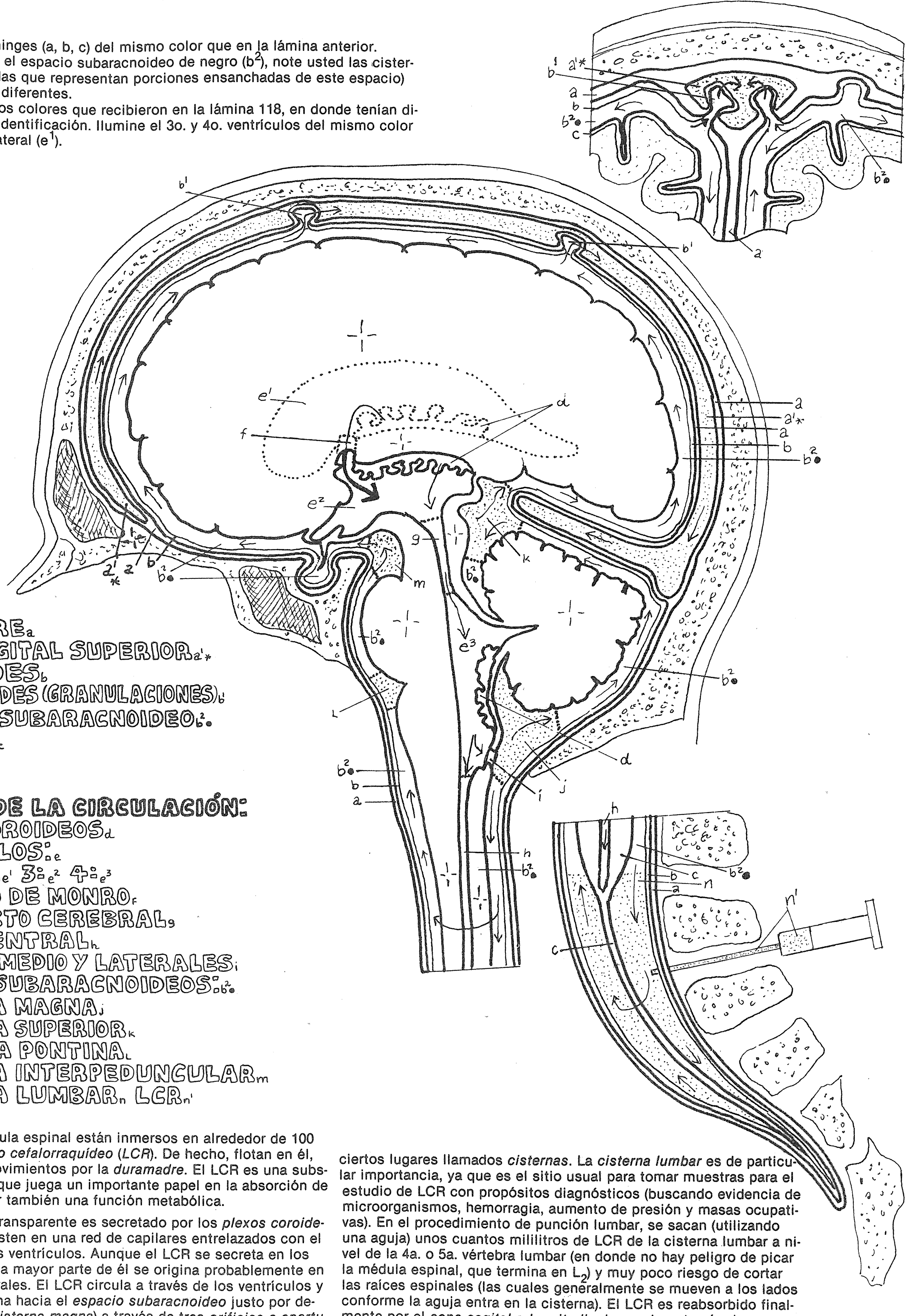
La *aracnoides* tiene una consistencia de tela de araña y reviste la superficie interna de la duramadre a lo largo de todo el SNC. Hacia adentro de la aracnoides se encuentra, muy delgada la *piamadre*, la capa más interna de los recubrimientos del cerebro y de la médula espinal. Esta membrana, altamente vascularizada está casi adherida a la aracnoides en algunos lugares alrededor del cerebro (pia-aracnoides). Sin embargo, en la mayoría de las áreas hay un espacio considerable entre las dos: el *espacio subaracnoideo*. Este espacio es especialmente grande en algunos lugares; notese la cisterna lumbar entre la punta final de la médula espinal (2a vértebra lumbar) y el final del saco de la dura (2a. vértebra sacra). Este espacio está normalmente lleno con raíces de nervios espinales que buscan salida del saco y entrada a la periferia del cuerpo. El *fillum terminale* es una extensión de la pia a través de la cisterna y unido al saco dural.

SISTEMA NERVIOSO
ESQUEMA DE LA CIRCULACIÓN DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO (LCR)*

LÁMINA 120

véanse también 119, 118

1. Ilumine las meninges (a, b, c) del mismo color que en la lámina anterior.
2. Cuando ilumine el espacio subaracnoideo de negro (b^2), note usted las cisternas (áreas punteadas que representan porciones ensanchadas de este espacio) que llevan colores diferentes.
3. Ilumine d-h de los colores que recibieron en la lámina 118, en donde tenían diferentes letras de identificación. Ilumine el 3o. y 4o. ventrículos del mismo color que el ventrículo lateral (e^1).



DURAMADRE$_{a}$
SENO SAGITAL SUPERIOR$_{a'*}$
ARACNOIDES$_{b}$
VELLOSIDADES (GRANULACIONES)$_{b'}$
ESPACIO SUBARACNOIDEO$_{b^2●}$
PIAMADRE$_{c}$

ESQUEMA DE LA CIRCULACIÓN:

PLEXOS COROIDEOS$_{d}$
VENTRÍCULOS:$_{e}$
LATERAL$_{e^1}$ 3º$_{e^2}$ 4º$_{e^3}$
AGUJERO DE MONRO$_{f}$
ACUEDUCTO CEREBRAL$_{g}$
CANAL CENTRAL$_{h}$
AGUJEROS MEDIO Y LATERALES$_{i}$
ESPACIOS SUBARACNOIDEOS:$_{b^2●}$
CISTERNA MAGNA$_{j}$
CISTERNA SUPERIOR$_{k}$
CISTERNA PONTINA$_{l}$
CISTERNA INTERPEDUNCULAR$_{m}$
CISTERNA LUMBAR$_{n}$ LCR$_{n'}$

El cerebro y la médula espinal están inmersos en alrededor de 100 ml. o más de *líquido cefalorraquídeo* (*LCR*). De hecho, flotan en él, restringidos sus movimientos por la *duramadre*. El LCR es una substancia extracelular que juega un importante papel en la absorción de golpes. Puede tener también una función metabólica.

El LCF, incoloro y transparente es secretado por los *plexos coroideos* los cuales consisten en una red de capilares entrelazados con el revestimiento de los ventrículos. Aunque el LCR se secreta en los cuatro ventrículos, la mayor parte de él se origina probablemente en los ventrículos laterales. El LCR circula a través de los ventrículos y el acueducto, y drena hacia el *espacio subaracnoideo* justo por debajo del cerebelo (*cisterna magna*) a través de tres *orificios o aperturas*. El líquido también se escurre hacia el pequeño *canal central o ependimario* de la médula espinal. El LCR circula alrededor del cerebro y la médula espinal dentro del espacio subaracnoideo. Debido a flexiones, prolongaciones y depresiones, el LCR se estanca en ciertos lugares llamados *cisternas*. La *cisterna lumbar* es de particular importancia, ya que es el sitio usual para tomar muestras para el estudio de LCR con propósitos diagnósticos (buscando evidencia de microorganismos, hemorragia, aumento de presión y masas ocupativas). En el procedimiento de punción lumbar, se sacan (utilizando una aguja) unos cuantos mililitros de LCR de la cisterna lumbar a nivel de la 4a. o 5a. vértebra lumbar (en donde no hay peligro de picar la médula espinal, que termina en L_2) y muy poco riesgo de cortar las raíces espinales (las cuales generalmente se mueven a los lados conforme la aguja entra en la cisterna). El LCR es reabsorbido finalmente por el *seno sagital o longitudinal superior* a través de unas saculaciones pequeñitas (en forma de coliflor) de la aracnoides (vellosidades). Con la edad, estas vellosidades tienden a formar granulaciones, lo que sugiere que la reabsorción de LCR disminuye con los años.

SISTEMA NERVIOSO
HEMISFERIOS CEREBRALES* (PARTE 1)

véanse también 116, 119, 11, 12

NC 5

1. Esta lámina y la siguiente deben iluminarse juntas. Para comprender bien el texto necesitará acudir a ambas láminas. Note que el cuerpo calloso (j) que se encuentra en esta lámina tiene su título en la parte 2 (lámina siguiente).
2. Ilumine cada uno de los cuatro lóbulos de estas dos vistas de los hemisferios cerebrales. Ilumine las áreas específicas dentro de los lóbulos (a^1, a^2, b^1, c^1 y d^1) de un tono más obscuro del mismo color.
3. Note usted que los dos hemisferios cerebrales han sido separados en la ilustración con fines explicativos. Cuando están unidos, la cisura longitudinal (representada por una flecha, e*) se parece al surco central (e^1) y a la cisura lateral (e^2).

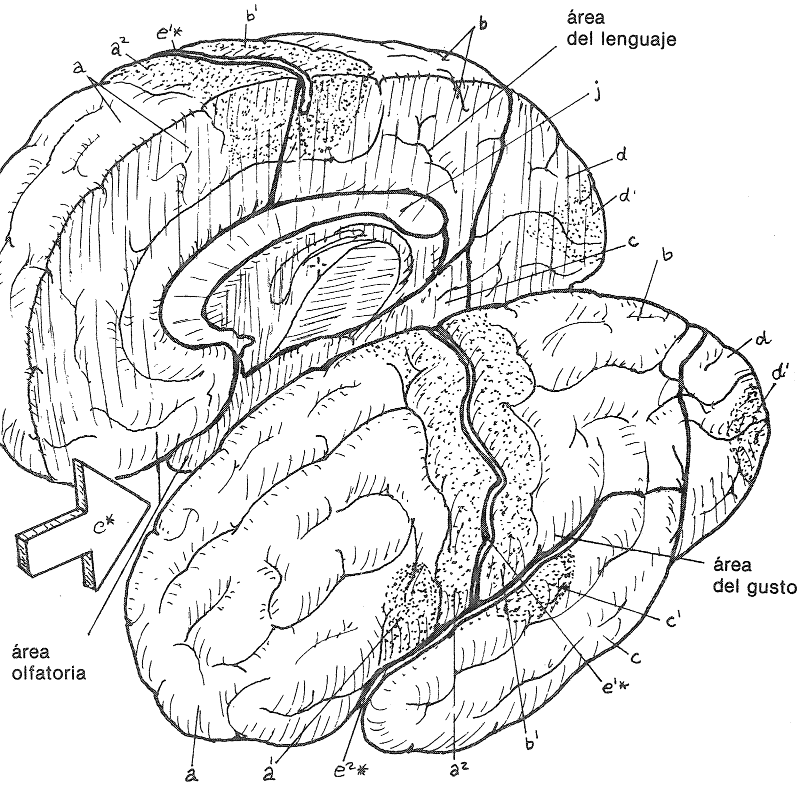
HEMISFERIOS CEREBRALES.

CORTEZA CEREBRAL*

LÓBULO FRONTAL a
  ÁREA PRINCIPAL DEL LENGUAJE a^1
  ÁREA MOTORA (GIRO PRECENTRAL) a^2
LÓBULO PARIETAL b
  ÁREA SENSORIAL (GIRO POSTCENTRAL) b^1
LÓBULO TEMPORAL c
  ÁREA AUDITIVA c^1
LÓBULO OCCIPITAL d
  ÁREA VISUAL d^1

CISURAS MAYORES*

CISURA LONGITUDINAL e*
SURCO CENTRAL e^1*
CISURA LATERAL e^2*



Los hemisferios cerebrales derivados del telencéfalo en desarrollo están formados por (1) una *corteza cerebral* externa de materia gris caracterizadas por cisuras, circunvoluciones y surcos (hendeduras profundas, lomas y surcos respectivamente) y dividida funcionalmente en lóbulos; (2) *materia blanca* que se encuentra por debajo, formada por numerosos trayectos orientados a lo largo de tres direcciones generales; (3) masas discretas de materia gris (*núcleos basales*) que ayudan a las áreas motoras de la corteza, y (4) los *ventrículos laterales*, en par. La corteza cerebral es el área más evolucionada del cerebro. Aproximadamente de 6mm. de grosor, un alto porcentaje de su muy convolucionada superficie está oculto en las profundidades de los surcos. Generalmente se denominan las áreas de la corteza en relación al hueso craneal que las cubre: frontal, parietal, temporal, occipital. Otras dos áreas de la corteza (insula, limbica) no se muestran.

Los experimentos para trazar el mapa cortical (basados en estimulación eléctrica) y los datos clínico-patológicos han sido los métodos principales por medio de los cuales se han descubierto las funciones de la corteza. Todas las partes de la corteza están relacionadas con el almacenamiento de experiencias (memoria), intercambio de impulsos con otras áreas corticales (asociación) y la transmisión en ambos sentidos de impulsos con áreas subcorticales (proyección aferente/ eferente). El *lóbulo frontal* (a) se ocupa de funciones intelectuales, tales como razonamiento y pensamiento abstracto, actitud sexual y agresión, olfato, lenguaje articulado específicamente el área marcada a^1), lenguaje e iniciación del movimiento, tanto adiestrado (voluntario) como postural. El area marcada a^2 (*precentral*) inicia específicamente el movimiento adiestrado, y los impulsos provenientes de esta área motora son conducidos hacia abajo por el trayecto corticoespinal directamente a neuronas motoras de nervios craneales y espinales. El *surco central o cisura de Rolando* puede considerarse como una especie de límite general entre las áreas motoras por delante y sensoriales posteriormente.

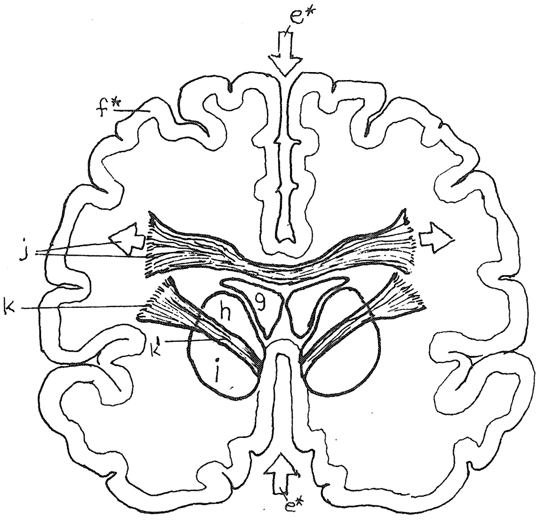
El *lóbulo parietal* (b) se ocupa del reconocimiento de estímulos sensoriales específicos (por ejemplo, el observar un objeto que ya se ha visto antes y ser capaz de hacer esa conexión), de la capacidad de usar símbolos como un medio de comunicación (lenguaje) y de la capacidad de desarrollar las ideas y las respuestas motoras necesarias para llevarlas a cabo. El área específica marcada b^1, la *postrolándica* recibe impulsos aferentes relativos al dolor, temperatura, tacto, presión y sentido de posición desde receptores localizados en todo el cuerpo. Es en esta área del lóbulo parietal que uno se da cuenta (conciente) de estas sensaciones y es capaz de discriminar entre ellas. La conciencia y discriminación del gusto se llevan a cabo, según se cree, en el punto más bajo de la circunvolución postrrolándica.

El *lóbulo temporal* (c) se ocupa del olfato y del lenguaje (así como el lóbulo frontal) y tiene que ver con la actitud emocional y con las reacciones viscerales que se le relacionan, asociadas con la autopreservación y preservación de la especie (incluyendo ira, hostilidad, conducta sexual). El área específica marcada (c^1) recibe impulsos aferentes en relación con el *oído*; esta área incluye el darse cuenta y discriminar las impresiones sonoras dentro e un espectro auditivo reducido. El *lóbulo occipital* (d), especialmente el área específica marcada (d^1), se ocupa de recibir estímulos *visuales*. Aquí se da la discriminación de una estructura visible, dentro de un restringido espectro visual.

Funcionalmente hablando, los dos hemisferios no son iguales, especialmente con respecto a la corteza; no son imagen en espejo uno del otro. Un hemisferio tiende a ser el dominante en ciertas funciones altas (matemática, mecánica, artística, musical, literaria) de un grado a otro. De manera interesante, la mayoría de los trayectos largos de neuronas sensoriales y motoras respectivamente, provenientes de la corteza o hacia ella (y también de otras áreas) se cruzan en su camino al lado opuesto del SNC. De ahí que los receptores sensoriales del lado izquierdo del cuerpo estén generalmente representados en el lado derecho de la corteza, y los impulsos motores que se originan en el lado derecho de la corteza frontal generalmente generan actividad muscular en el lado izquierdo del cuerpo.

SISTEMA NERVIOSO
HEMISFERIOS CEREBRALES/CORTEZA/TRACTOS* (2)

NC 6
1. Ilumine de gris la corteza cerebral (*) en las cuatro ilustraciones.
2. Ilumine el cuerpo calloso (j) en ésta y la lámina anterior.

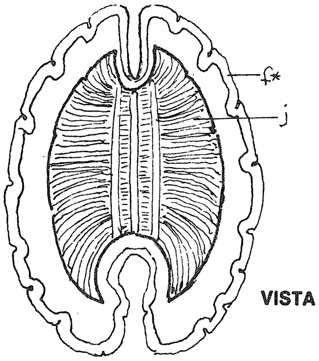


VISTA FRONTAL
(corte transversal a través del cerebro)

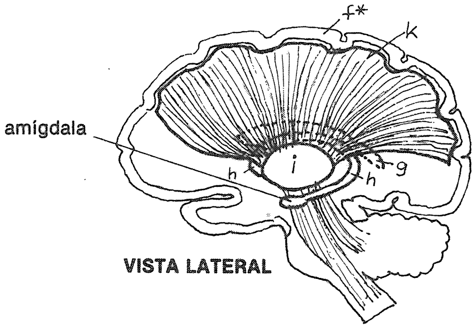
CORTEZA CEREBRAL f*

ÁREAS SUBCORTICALES*
VENTRÍCULOS LATERALES g
NÚCLEOS BASALES (GANGLIOS)*
NÚCLEO CAUDADO h
NÚCLEO LENTICULAR i

Las áreas subcorticales de los hemisferios cerebrales incluyen la materia blanca, los núcleos basales y los ventrículos laterales. Los *núcleos basales* (ganglios) son discretas masas de substancia gris en la base de los hemisferios en cualquier lado del diencéfalo. Esta relación puede apreciarse mejor si se consulta la siguiente lámina. Las áreas específicas de los núcleos basales incluyen el *núcleo caudado* y el *núcleo lenticular.* Ambos son nombrados de acuerdo a su forma: el caudado parece tener una cabeza y una cola que se estrecha y curva progresivamente, y el lenticular tiene forma de una lente biconvexa. La cápsula interna se encuentra entre ellos; es una banda de axones que distribuyen impulsos entre la corteza y centros más bajos del SNC y parecen formar parte de una cápsula de materia blanca alrededor del núcleo lenticular. Las funciones de estos núcleos puede inferirse, en parte por sus conexiones aferentes (entradas) y eferentes (salidas): la corteza y el tálamo mandan fibras hacia ellos y ellos mandan fibras entre sí mismos, al tálamo, hipotálamo y núcleos del cerebro medio. La experiencia clínica con individuos que sufren lesiones aquí (heridas, tumores destructivos, infecciones), por ejemplo la enfermedad de Parkinson y otras enfermedades caracterizadas por temblor fino, rigidez, espasmos y debilidad del músculo esquelético, proveen también datos para el conocimiento de la función de los núcleos basales. Estos últimos introducen principalmente influencias facilitadoras e inhibidoras en los impulsos descendentes (motores) que se originan en las áreas motoras de la corteza frontal, excepto la circunvolución precentral. Tienen una función instrumental en reflejos a menudo inconscientes "automáticos" que subrayan actividades tales como el comer, ajuste de la postura, y reacciones defensivas. Los impulsos provenientes de los núcleos basales generalmente se infiltran a través de redes de neuronas del tallo cerebral para alcanzar las neuronas motoras de los nervios craneales y espinales.



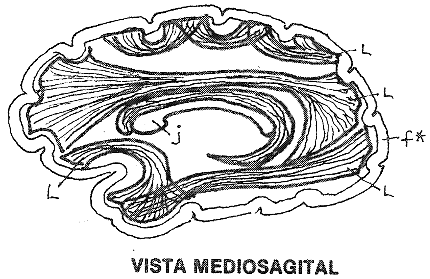
VISTA DESDE ARRIBA



VISTA LATERAL

SUBDIVISIONES DE MATERIA BLANCA*
COMISURAS (CUERPO CALLOSO) j
TRAYECTOS DE PROYECCIÓN*
CORONA RADIADA k
CÁPSULA INTERNA k'
TRAYECTOS DE ASOCIACIÓN L

La materia blanca de los hemisferios está constituida por tractos orientados en tres direcciones generales. Tractos que conectan un hemisferio con otro, llamadas *comisuras*, de las cuales la más grande es el *cuerpo calloso* que se arquea por encima de los ventrículos laterales. Haces de materia blanca (axones) que conectan las áreas corticales anterior y posterior llamados *tractos de asociación*. Estos están constituidos tanto de haces cortos como largos. Tal vez la masa de materia blanca más espectacular sea el *tracto de proyección* de axones mielinizados que radian hacia y desde todas partes de la corteza: la *corona radiada*. Se continúa con la compacta *cápsula interna* que pasa entre los dos núcleos basales. La mayoría de las comunicaciones que involucran la corteza cerebral viajan a través de estos tractos. Por supuesto, que los impulsos pueden viajar a través de las áreas corticales por una multiplicidad de pequeñas neuronas con axones desnudos y dendritas.



VISTA MEDIOSAGITAL DEL CEREBRO

SISTEMA NERVIOSO DIENCÉFALO*

LÁMINA 123

véanse también 122, 118

NC 10
1. Las estructuras h, i, j y k reciben los mismos colores que los utilizados en la lámina anterior.
2. Note usted que está observando el tálamo (a) en el esquema central a través del líquido del tercer ventrículo. Una pared delgada (septo) le impide ver el interior del ventrículo lateral derecho.

TÁLAMO a
HIPOTÁLAMO b
EPITÁLAMO (PINEAL) c
TERCER VENTRÍCULO d

ESTRUCTURAS RELACIONADAS*

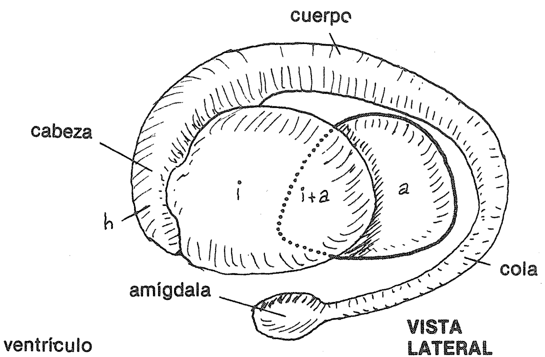
NÚCLEO CAUDADO h
NÚCLEO LENTICULAR i
HIPÓFISIS e
CUERPO CALLOSO j
VENTRÍCULO LATERAL g
CÁPSULA INTERNA k

El *diencéfalo*, el derivado más pequeño de los dos provenientes del cerebro anterior temprano, parece estar englobado dentro y por los grandes hemisferios cerebrales. Está constituido por un *tálamo* central, el más inferior, el *hipotálamo*, el *epitálamo* en forma de apéndice y una pequeña hendedura de una cavidad: el *tercer ventrículo*.

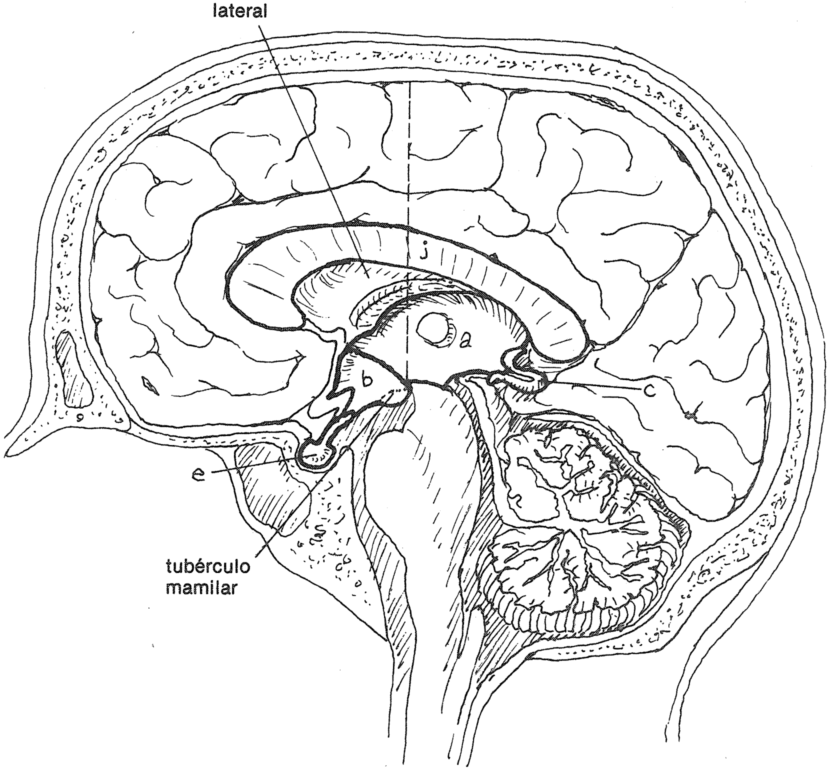
El tálamo está formado por varios grupos de cuernos celulares y prolongaciones que funcionan principalmente como centros de relevo o de asociación. Un concepto simple, pero una compleja estructura y aún más compleja función. Los núcleos de relevo del tálamo reciben entradas ascendentes directamente de la mayoría de las neuronas sensoriales de los nervios craneales y espinales. Recibe entradas del II par craneal (óptico) pero no del I par craneal (olfatorio). Las neuronas postsinápticas (núcleos de relevo) proyectan axones hacia áreas sensitivas o motoras especificas de la corteza cerebral. Los centros de asociación del tálamo proyectan fibras entre ellos y con áreas de asociación de la corteza. Aún más, otros núcleos talámicos se conectan con ciertos núcleos del tallo cerebral incluyendo el hipotálamo. La actividad entre estos centros y núcleos y sus conexiones, dan como resultado, por lo general una integración de experiencias sensoriales que ocasiona respuestas motoras apropiadas, una integración apropiada de emociones para estímulos sensoriales específicos (por ejemplo: llanto en respuesta al dolor), y la regulación y mantenimiento del estado de conciencia, sujeto a influencias de facilitación e inhibición provenientes de la corteza cerebral. A pesar de que parece que el principal objetivo del tálamo son los sistemas sensoriales, las conexiones talámicas con los núcleos basales, el hipotálamo y el cerebelo implican que el tálamo también tiene influencia sobre ciertos tractos descendentes (motores).

El hipotálamo se localiza justo por debajo del tálamo, a ambos lados del tercer ventrículo. El hipotálamo, que está formado por varias masas de materia gris apretadas una contra otra, interrumpidas por tractos de materia blanca, mantiene conexiones con las cortezas frontal y temporal, el tálamo, el cerebro medio y tallo cerebral inferior y la neurohipófisis. Se ocupa de la regulación del sistema nervioso autónomo, actividad secretora de la hipófisis, integración de los reflejos viscerales (autónomicos) y reacciones emocionales, activación del apetito, la subsecuente sensación de satisfacción una vez satisfecho ese apetito y la regulación de la temperatura corporal (en parte, a través de los tubérculos mamilares). Además de lo anterior, el hipotálamo ofrece influencias facilitadoras a impulsos descendentes relacionados tanto con el movimiento reflejo como con el adiestrado.

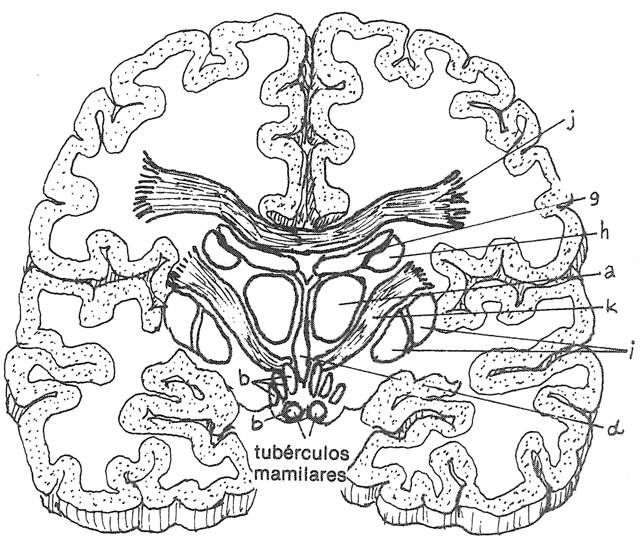
El epitálamo (glándula pineal) está constituido primariamente por el cuerpo pineal y núcleos relacionados, y por tractos que tienen conexiones con el tálamo, hipotálamo, núcleos basales y corteza temporal medial o interna. No está muy clara la función de la glándula pineal en los humanos, sin embargo, evidencia reciente sugiere que ofrece una influencia inhibitoria de la actividad testicular/ovárica a través de la secreción de una hormona (melatonina). Se dice también que tiene efectos sobre el SNC, en respuesta a aquellos cambios en la luz ambiental que pueden relacionarse al ritmo natural o ciclos inherentes a ciertas funciones corporales.



VISTA LATERAL



VISTA MEDIOSAGITAL



VISTA FRONTAL (corte transversal a través del cerebro a nivel de la línea punteada del dibujo central)

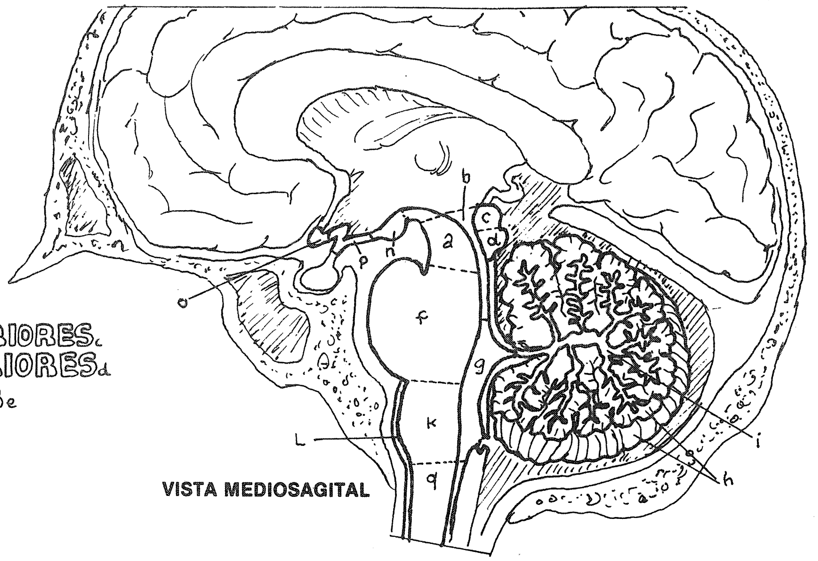
SISTEMA NERVIOSO
TALLO CEREBRAL/CEREBELO$_*$

LÁMINA 124

véanse también 123, 12, 119

NC 18

1. Ilumine primero las partes del cerebro medio en las tres ilustraciones, después ilumine las porciones del cerebro posterior en el mismo orden de sus títulos. Al final ilumine las estructuras relacionadas, tomando nota de su relación con las estructuras iluminadas antes.



VISTA MEDIOSAGITAL

CEREBRO MEDIO.

- MESENCÉFALO$_*$
  - PEDÚNCULOS CEREBRALES$_a$
  - ACUEDUCTO CEREBRAL$_b$
  - TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS SUPERIORES$_c$
  - TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS INFERIORES$_d$
  - PEDÚNCULO CEREBELOSO SUPERIOR$_e$

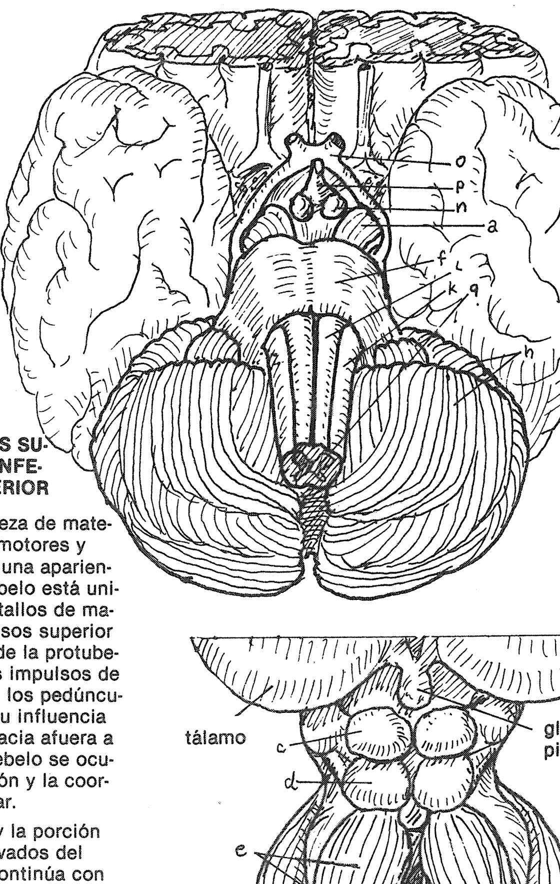
CEREBRO POSTERIOR.

- METENCÉFALO$_*$
  - PUENTE$_f$
  - CUARTO VENTRÍCULO$_g$
  - CEREBELO$_h$
    - ÁRBOL DE LA VIDA$_i$
  - PEDÚNCULOS CEREBELOSOS MEDIOS$_j$

- MIELENCÉFALO (MÉDULA)$_k$
  - PIRÁMIDES$_l$
  - CUARTO VENTRÍCULO$_g$
  - PEDÚNCULOS CEREBELOSOS INFERIORES$_m$

ESTRUCTURAS RELACIONADAS$_*$

- TUBÉRCULOS MAMILARES (HIPOTÁLAMO)$_n$
- QUIASMA ÓPTICO$_o$
- TALLO DE LA HIPÓFISIS$_p$
- MÉDULA ESPINAL$_q$



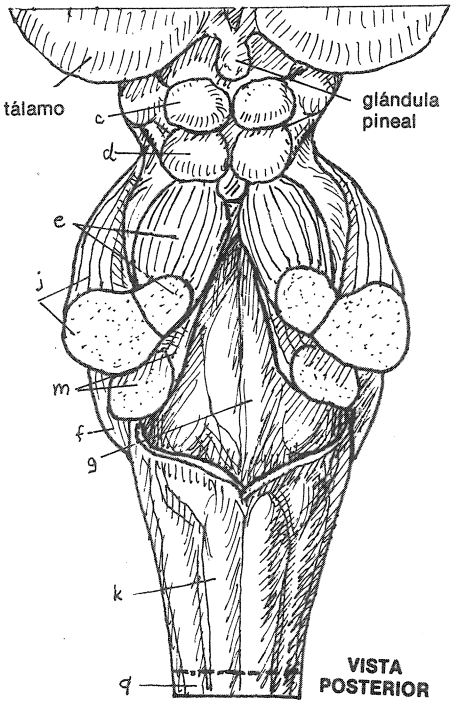
VISTA DE LAS SUPERFICIES INFERIOR Y ANTERIOR

El *tallo cerebral* está formado por todas las porciones que constituyen el cerebro, excepto por los hemisferios cerebrales y cerebelosos. En esta lámina se iluminarán todas las porciones del tallo cerebral exceptuando ciertas partes del diencéfalo (ver lámina anterior). El *cerebro medio* incluye dos *pedúnculos cerebrales* separados por los *tubérculos cuadrigéminos superiores e inferiores* y el *acueducto cerebral o de Silvio*. Los pedúnculos consisten en: (1) dos columnas de axones que llevan impulsos motores desde la corteza cerebral a la protuberancia, el bulbo o la médula espinal y (2) un grupo más profundo de núcleos y tractos que se ocupan de los nervios craneales III y IV, relevo de impulsos entre centros bajos y más altos, y facilitación e inhibición de impulsos motores viscerales y somáticos. Los cuerpos celulares de los tubérculos cuadrigéminos superiores son los centros de los reflejos visuales y los de los tubérculos cuadrigéminos inferiores son para los reflejos auditivos (por ejemplo respuesta a un ruido fuerte y sorpresivo).

Los derivados del metencéfalo están constituidos por el *puente o protuberancia*, conectado con el *cerebelo* por medio de los *pedúnculos cerebelosos medios*, los cuales —en compañía de los pedúnculos cerebelosos superiores e inferiores— cruzan el líquido del *cuarto ventrículo*. La protuberancia consiste en (1) trayectos descendentes provenientes del cerebro medio (corteza a centros más bajos), (2) masas de cuerpos celulares que hacen sinapsis con ciertos trayectos de origen cortical y cuyos axones constituyen el pedúnculo cerebeloso medio, (3) núcleos que se relacionan con los nervios craneales VI, VII y VIII, (4) varios tractos ascendentes que salen del bulbo y la médula espinal, y (5) una red de neuronas polisinápticas que proveen influencias facilitadoras e inhibidoras sobre reflejos viscerales y somáticos así como la formación de un mecanismo del despertar, desvelo, y vigilia.

El *cerebelo* está formado de una corteza de materia gris, masas centrales de núcleos motores y bandas de materia blanca que le dan una apariencia de árbol (árbol de la vida). El cerebelo está unido al tallo cerebral por tres pares de tallos de materia blanca, los pedúnculos cerebelosos superior (desde el cerebro medio), medio (desde la protuberancia) e inferior (desde el bulbo). Los impulsos de entrada al cerebelo llegan a través de los pedúnculos inferior y medio principalmente; su influencia en la actividad motora está dirigida hacia afuera a través del pedúnculo superior. El cerebelo se ocupa del equilibrio, el sentido de posición y la coordinación total de la actividad muscular.

El *bulbo* raquídeo o médula oblonga y la porción inferior del *cuarto ventrículo* son derivados del mielencéfalo temprano. El bulbo se continúa con la protuberancia hacia arriba y la médula espinal hacia abajo, y está constituido de una manera general por: (1) masas centrales de cuerpos celulares que forman núcleos de relevo (para tractos ascendentes o descendentes), núcleos de asociación (continuación de la red de neuronas polisinápticas) y núcleos de nervios craneales (parte del VIII y el IX, X, XI y XII), y (2) haces periféricos de materia blanca que suben desde y bajan hacia la médula espinal. Los dos haces de fibras que se proyectan hacia afuera en la superficie anterior del bulbo (l) son las *pirámides* que están formadas por el cordón de corteza-a-médula espinal (corticoespinal) trayecto que conduce impulsos relacionados con el movimiento voluntario y entrenado. El 80 por ciento de estas fibras cruzan hacia el otro lado justo por debajo de las pirámides. Los núcleos de asociación del bulbo se ocupan primariamente con reflejos viscerales tales como frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y control vasomotor (grado de constricción de los vasos sanguíneos).



VISTA POSTERIOR

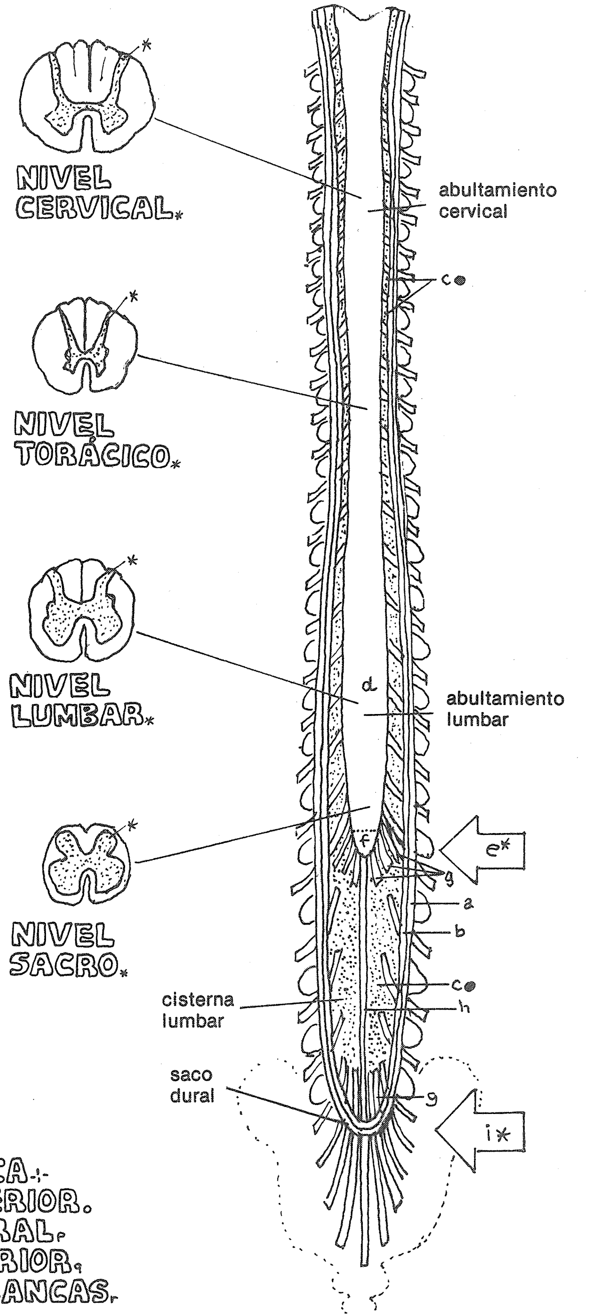
SISTEMA NERVIOSO
MÉDULA ESPINAL *

véanse también 13, 116, 119, 115

NC 18

1. Ilumina las capas que recubren la médula espinal en el dibujo de la derecha. La piamadre recubre completamente la médula espinal. Nótese que la cisterna lumbar (espacio subaracnoideo, c) está dividido por la emergencia de los nervios espinales. Ilumine las fibras nerviosas (g) que se cortaron para mostrar la cisterna lumbar. Coloree a, b, d como en la lámina 119, (en donde d, está marcada con c).
2. Ilumine de color gris la materia gris de las cuatro secciones representativas de la médula espinal y sus títulos.

DURAMADRE a
ARACNOIDES b
ESPACIO SUBARACNOIDEO c ●
MÉDULA ESPINAL/PIAMADRE d
SEGUNDA VÉRTEBRA LUMBAR e *
CONO TERMINAL DE LA MÉDULA f
COLA DE CABALLO g
FILUM TERMINALE h
SEGUNDA VÉRTEBRA SACRA i *



VISTA POSTERIOR DE LA MÉDULA ESPINAL Y MENINGES

La *médula espinal*, que se inicia en el foramen magno del cráneo, es la continuación distal del sistema nervioso central. Termina a nivel de la 2a. vértebra lumbar (L2) como el *cono terminal de la médula espinal*. Se ensancha ligeramente en las regiones lumbar y cervical inferior, evidenciando un aumento del número de neuronas relacionadas con los miembros superiores e inferiores. Envuelta por las meninges, la médula espinal flota en LCR. La piamadre se continúa distalmente al cono como el *filum terminale* y se une a la *duramadre* a nivel de la 2a. vértebra sacra (S2). Aquí termina la dura formando el saco dural (cisterna lumbar) lleno de LCR. Los nervios espinales más bajos —dirigiéndose hacia los espacios intervertebrales del sacro y flotando en la cisterna lumbar— forman un conjunto de fibras llamado *cola de caballo*.

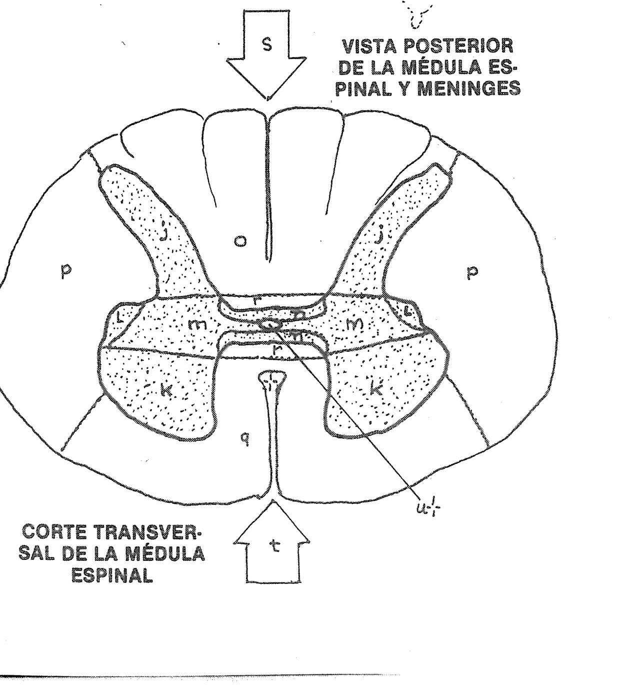
La médula espinal está formada por una masa central de materia gris arreglada en forma de una H y un arreglo periférico de materia blanca que forma tractos ascendentes y descendentes. Conforme la médula avanza distalmente, la cantidad de materia blanca se reduce en relación a la cantidad de materia gris, lo que indica que se han usado más y más axones conforme baja la médula.

REGIONES DE LA MÉDULA ESPINAL.

MATERIA GRIS *
  ASTAS POSTERIORES j
  ASTAS ANTERIORES k
  ASTAS LATERALES l
  ZONA INTERMEDIA m
  COMISURURAS GRISES n

MATERIA BLANCA ÷
  CORDÓN POSTERIOR o
  CORDÓN LATERAL p
  CORDÓN ANTERIOR q
  COMISURAS BLANCAS r

SURCO MEDIO POSTERIOR s
SURCO MEDIO ANTERIOR t
CANAL CENTRAL u ÷



CORTE TRANSVERSAL DE LA MÉDULA ESPINAL

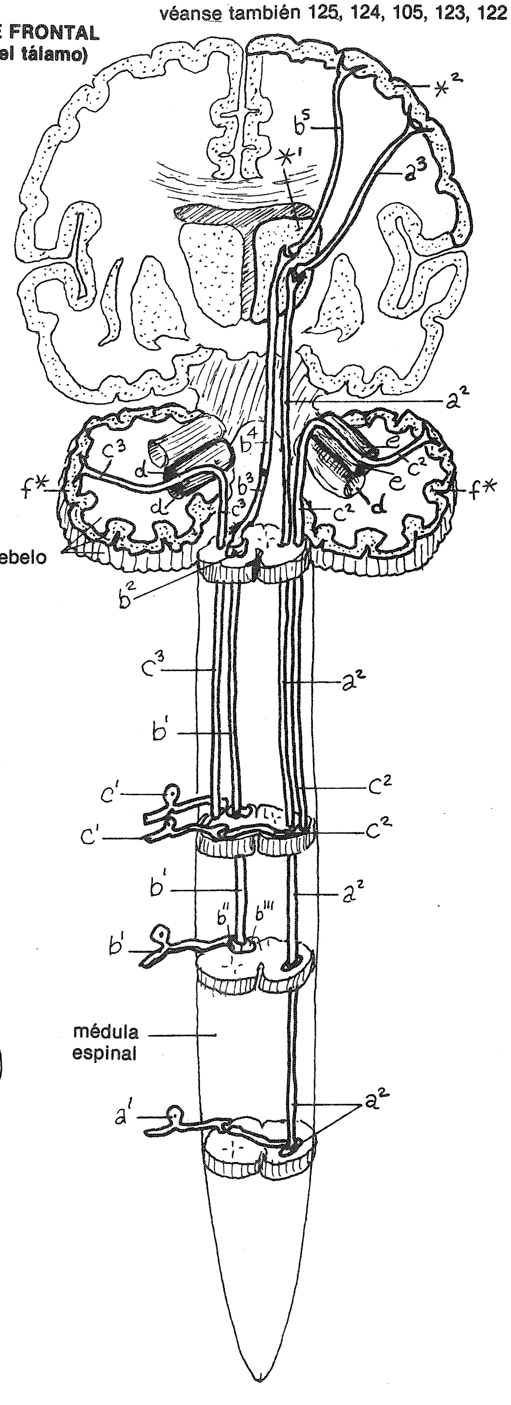
La materia gris de la médula espinal está constituida por las *astas posteriores* (prolongaciones centrales de neuronas sensoriales, neuronas de asociación), las *astas anteriores* (cuerpos celulares de neuronas motoras, neuronas de asociación), las astas laterales (neuronas motoras autonómicas en los niveles T1-L2, S2-4) y axones de varias neuronas que cruzan en las *comisuras*. Aquí, en la materia gris, las neuronas sensoriales del sistema nervioso periférico se integran con los impulsos sumados provenientes del sistema nervioso central, y las neuronas motoras del sistema nervioso periférico los conducen. La materia blanca de la médula espinal se divide arbitrariamente en *cordones*. Cada cordón contiene un número específico de tractos: largos ascendentes (sensoriales), largos descendentes (motores) y cortos intersegmentarios. Los largos conducen impulsos hacia y desde el tallo cerebral y centros más altos; los cortos brincan de un segmento al otro, tomando parte en varios reflejos espinales que involucran más de un nivel de la médula espinal.

SISTEMA NERVIOSO
TRACTOS ASCENDENTES (SENSORIALES)$_*$

véanse también 125, 124, 105, 123, 122

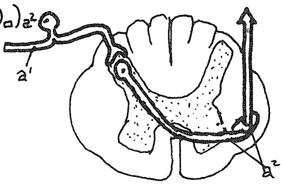
NC 3

1. Ilumine los diferentes órdenes de neuronas para cada una de las cuatro vías que se muestran. Complete cada vía y su título antes de proseguir con la siguiente.
2. Nótese que los trayectos espinocerebelosos (c^2, c^3) pasan cada uno a través de su respectivo pedúnculo cerebeloso superior o inferior (e, d). Los pedúnculos cerebelosos medios no se muestran.



VÍA DEL DOLOR$_a$

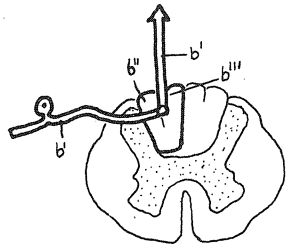
NEURONA SENSORIAL (1er ORDEN)$_{a^1}$
TRACTO ESPINOTALÁMICO LATERAL (2º O.)$_{a^2}$
TALAMO$_{*^1}$
TRACTO TÁLAMOCORTICAL (3er O)$_{a^3}$
GIRO POSTCENTRAL$_{*^2}$



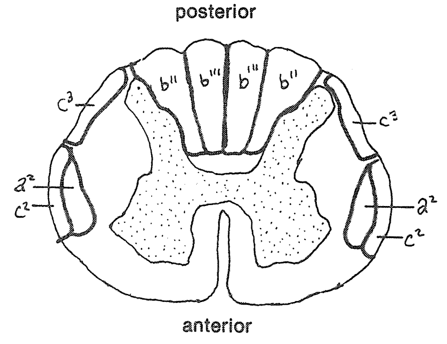
Los receptores del dolor y de la temperatura generan un impulso que viaja a la médula espinal a través de la *neurona sensorial*, cuya prolongación central entra al asta posterior y hace sinapsis con una *neurona de 2o. orden* (neurona de asociación que pertenece a una vía sensorial o sistema sensorial) cuyo axón cruza la comisura blanca para entrar al cordón lateral y dirigirse hacia arriba. El conjunto de tales fibras constituye el *haz espinotalámico lateral*, que asciende hasta el *tálamo*. Aquí, la neurona de 2o. orden hace sinapsis con neuronas de relevo cuyos axones viajan a través de la cápsula interna y la corona radiada para alcanzar la *circunvolución postrrolándica* de la corteza cerebral. Los axones del haz espinotalámico anterior (no se muestran) conducen sensaciones de tacto suave.

VÍA DEL TACTO/PRESIÓN$_b$

NEURONA SENSORIAL (1er ORDEN)$_{b^1}$
(EN LOS FASCÍCULOS DE BURDACH$_{b''}$, DE GOLL$_{b'''}$)
NÚCLEO DE BURDACH/DE GOLL (BULBO RAQUIDEO)$_{b^2}$
FIBRAS ARCIFORMES INTERNAS (2º O.)$_{b^3}$
LEMNISCO MEDIAL (2º O.)$_{b^4}$
TÁLAMO$_{*^1}$
TRACTO TÁLAMOCORTICAL (3er O.)$_{b^5}$
GIRO POSTCENTRAL$_{*^2}$

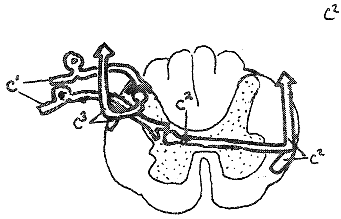


Los receptores de tacto y presión generan un impulso que viaja a la médula espinal a través de la *neurona sensorial* cuya prolongación central entra al asta posterior, pasa al cordón posterior y asciende hacia el bulbo. El conjunto de tales fibras en el cordón posterior constituye el *haz cuneiforme o de Burdach* (externo) y el *haz grácil o de Goll* (interno). Los axones de estas *neuronas de 1er. orden* hacen sinapsis con *neuronas de 2o. orden* en el *bulbo* (núcleo cuneiforme o de Burdach y núcleo grácil o de Goll, b^2). Sus axones pasan al lado opuesto (como las *fibras arciformes internas*) para formar un haz llamado *lemnisco medial o cinta de Reil media*, la cual termina en el tálamo. Aquí, estos axones hacen sinapsis con neuronas de relevo (*3er. orden*) cuyos axones alcanzan el *giro postcentral o circunvolución postrrolándica* de la corteza cerebral, a través de la cápsula interna y la corona radiada. El fascículo cuneiforme no está presente en la mitad inferior de la médula espinal.



VÍA DE LA SENSACIÓN DE POSICIÓN/MÚSCULO$_c$

NEURONA SENSORIAL (1er ORDEN)$_{c^1}$
TRACTO ESPINOCEREBELOSO ANTERIOR$_{c^2}$ } (2º O.)$_c$
TRACTO ESPINOCEREBELOSO POSTERIOR$_{c^3}$ } (2º O.)$_c$
PEDÚNCULO CEREBELOSO INFERIOR$_d$
PEDÚNCULO CEREBELOSO SUPERIOR$_e$
CEREBELO (CORTEZA)$_{f*}$



Los receptores de restiramiento y sensación de posición generan impulsos que viajan a la médula espinal a través de *neuronas sensoriales*, cuyas prolongaciones centrales entran a la materia gris. Los impulsos de estiramiento de tendón pasan a una *neurona de segundo orden* (c^3) cuyo axón regresa al cordón lateral (cara posterior) del mismo lado y asciende como parte del *haz o tracto espinocerebeloso posterior*. Los impulsos del sentido de posición pasan a una neurona de segundo orden (en el asta posterior) cuyo axón cruza al cordón lateral del lado opuesto (lado anterior), se dobla hacia arriba y entra a formar parte del *haz o tracto espinocerebeloso anterior* (c^2). El tracto posterior (c^3) entra en el *pedúnculo cerebeloso inferior* y hace sinapsis con células del *cerebelo*. El tracto anterior (c^2) asciende para entrar al *pedúnculo cerebeloso superior* a fin de hacer sinapsis con células del cerebelo.

SISTEMA NERVIOSO
TRACTOS DESCENDENTES (MOTORES)*

LÁMINA 127

véanse también 121-126

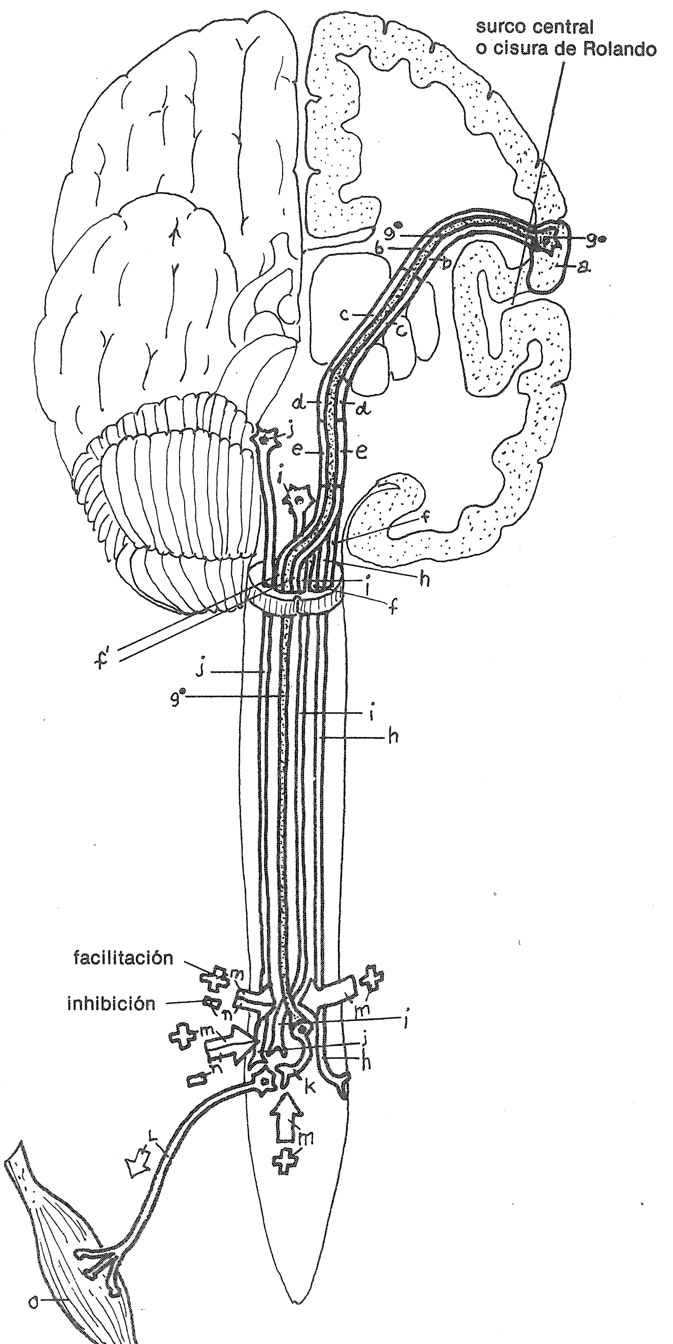
NC 14

1. Ilumine las cuatro vías descendentes (g, h, i, j) una por una, desde el principio hasta el final, incluyendo la ilustración inferior (corte transversal de la médula espinal).
2. Empiece con el trayecto corticoespinal lateral (g, punteado). Para su fácil identificación ilumínelo de color negro y coloree simultáneamente las estructuras cerebrales por las cuales pasa (a-f).

GIRO PRECENTRAL$_a$
CORONA RADIADA$_b$
CÁPSULA INTERNA$_c$
PEDÚNCULO CEREBRAL$_d$
PUENTE$_e$
PIRÁMIDES BULBARES$_f$
(DECUSACIÓN)$_{f'}$
TRACTO CORTICOESPINAL LATERAL$_{g°}$
TRACTO CORTICOESPINAL ANTERIOR$_h$
RETÍCULOESPINAL MEDIAL$_i$
RETÍCULOESPINAL LATERAL$_j$
NEURONA DE ASOCIACIÓN$_k$

VÍA FINAL COMÚN$_L$
(NEURONA MOTORA)$_L$
EFECTO FACILITADOR$_m$
EFECTO INHIBIDOR$_n$
EFECTOR$_o$

BASE DEL CEREBRO
(vista desde abajo)

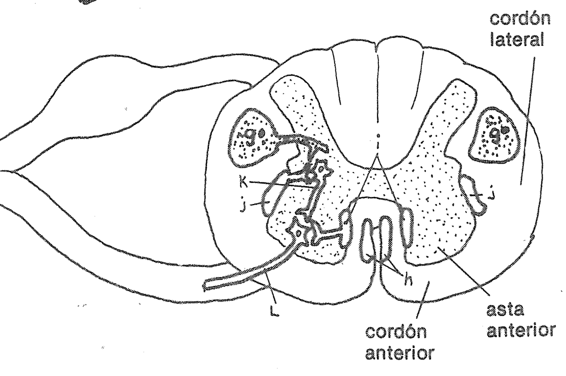


Básicamente, hay dos tractos descendentes largos o sistemas de tractos del SNC (o sea, haces que pasan a través del tallo cerebral y la médula espinal): uno va a través de las pirámides del bulbo (corticoespinal o haz piramidal) y otro no pasa por las pirámides (tracto extrapiramidal, del cual forman parte los haces reticulo-espinales). El haz corticoespinal se inicia en las neuronas motoras superiores, cuyos cuerpos celulares se localizan en la *circunvolución frontal ascendente o giro precentral* de la corteza frontal. Los axones de estas neuronas motoras superiores forman parte de la *corona radiada, cápsula interna* y *pedúnculos cerebrales* en su descenso. Pasando a través de la *protuberancia* sin interrupción, estos axones forman las *pirámides* en la superficie anterior del *bulbo raquídeo o médula oblongada*. El 80 por ciento de estas fibras *se decusan* (cruzan) al lado opuesto justo por debajo de las pirámides para formar el *tracto o haz corticoespinal lateral* en el cordón lateral de la médula espinal. El otro 20 por ciento no se cruzan y forman el *haz corticoespinal anterior* en el mismo lado de los cuerpos celulares que los originaron y de las neuronas motoras con las cuales harán sinapsis. Los axones del haz espinotalámico lateral (y anterior) entran en la materia gris de la médula espinal en el nivel apropiado y hacen sinapsis con *neuronas motoras* del asta anterior, o con sus intermediarias, las *neuronas de asociación*. Esta vía es la responsable de generar los movimientos discretos, voluntarios y entrenados de la actividad del músculo esquelético.

Las vías extrapiramidales son muchas y complejas. Involucran una multitud de redes polisinápticas desde los núcleos basales hasta la médula espinal. Algunos de los resultados de su actividad (facilitación o inhibición) son referidos a las neuronas motoras del asta anterior (y asta lateral). Los trayectos *reticuloespinales* son algunas de las vías que conducen influencias facilitadoras e inhibidoras a las neuronas motoras inferiores, lo que resulta en la generación de ajustes posturales inconscientes e imprecisos, reflejos básicos aprendidos, concientes para actividades diarias (comer, caminar) y cambios menores en el tono muscular (resistencia al estiramiento). La corteza cerebral, los núcleos basales, los núcleos del tallo cerebral y el cerebelo, todos dan impulsos a este sistema descendente.

El tracto medial sale de las neuronas del bulbo raquídeo; el lateral se origina en las neuronas en lo profundo de la protuberancia. Estas neuronas están sujetas a impulsos directos de entrada provenientes de la red de neuronas polisinápticas del tallo cerebral (formación reticular). Dichos tractos pasan a los cordones anterior y lateral de la médula espinal y luego entran a la materia gris en el nivel apropiado para terminar alrededor de neuronas motoras e intermedias.

Estos y muchos otros haces caen sobre las neuronas motoras del asta anterior. El resultado de sus influencias de *facilitación o inhibición* es conducido a través de estas neuronas motoras hacia el músculo esquelético (efector). Las *neuronas motoras* inferiores son la *vía final común* para la expresión fundamental de toda actividad nerviosa: la contracción muscular.

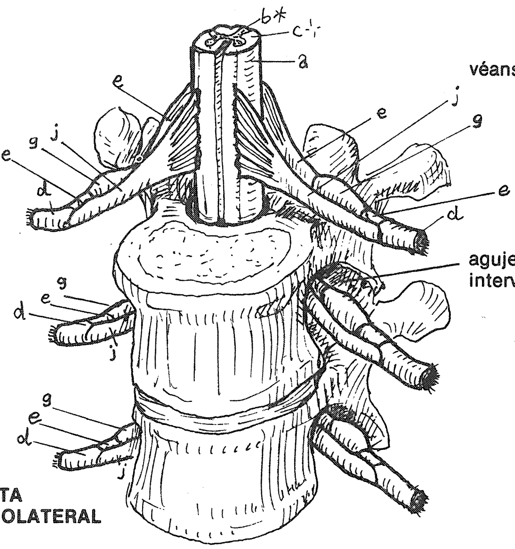


SISTEMA NERVIOSO
NERVIOS ESPINALES$_d$

véanse también 116, 114, 115, 119, 125

NC 9

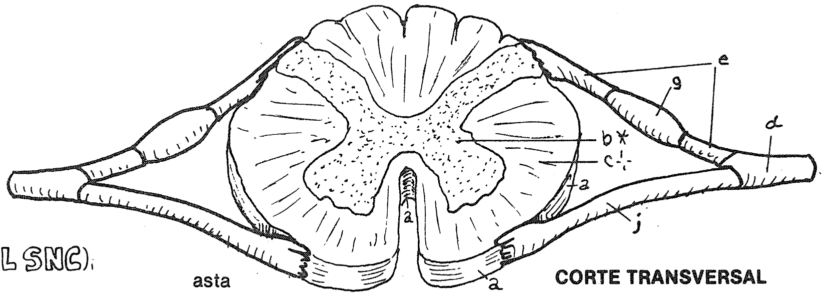
1. Ilumine simultáneamente las tres ilustraciones. En el esquema superior ilumine los dos pares de nervios que pasan a través de la columna vertebral, así como el nervio expuesto y sus raíces, que aparecen arriba.
2. En el esquema inferior, los cuerpos de las células motoras (i) están señalados por una línea punteada para sugerir su posición oculta en el asta anterior de la médula espinal. Ilumínelos de un color diferente al de la médula espinal (a).
3. Utilice los mismos colores que en la lámina 115 para estructuras similares, en donde tenían diferentes letras de identificación. Advierta que el ganglio de la raíz dorsal (g), el cuerpo de la célula sensorial (h) y el cuerpo de la célula motora (i) llevan colores diferentes en esta lámina (en la lámina 115 llevaban el mismo color del axón completo).
4. Las neuronas autonómicas y sus relaciones con los nervios raquídeos no están incluidas en esta lámina.



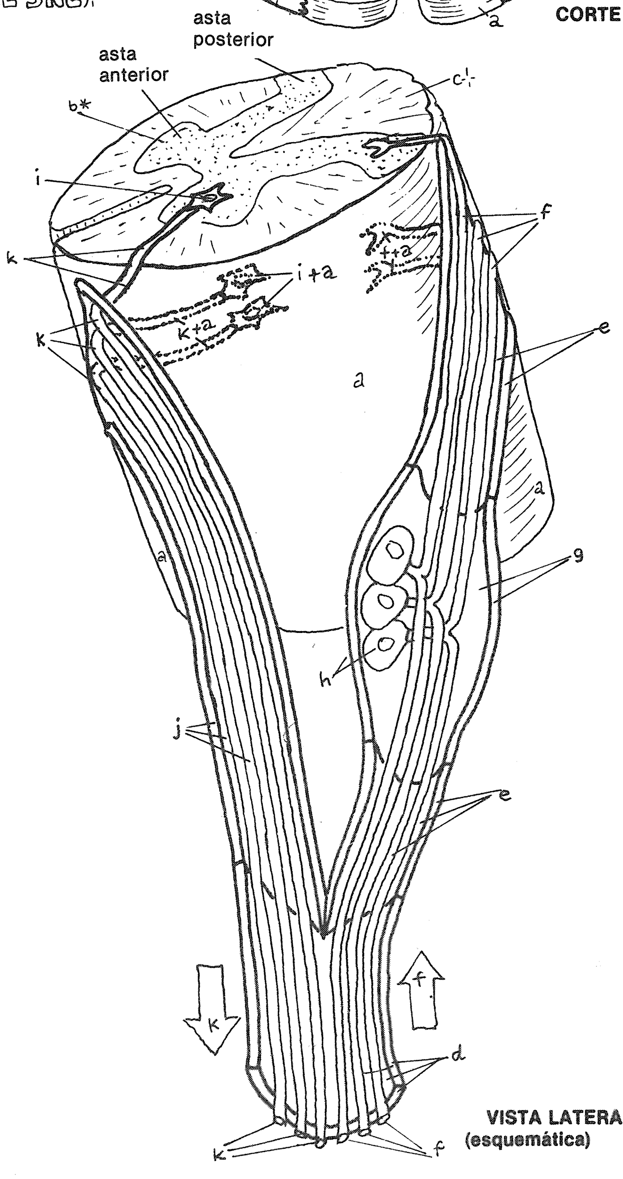
VISTA ANTEROLATERAL

MÉDULA ESPINAL$_a$
MATERIA GRIS$_{b*}$
MATERIA BLANCA$_{c÷}$

NERVIOS ESPINALES$_d$
RAÍZ DORSAL (POSTERIOR)$_e$
AXONES SENSORIALES$_f$
GANGLIO DE LA RAÍZ DORSAL$_g$
CUERPOS DE CÉLULAS SENSORIALES$_h$
CUERPOS DE CÉLULAS MOTORAS (EN EL SNC)$_i$
RAÍZ VENTRAL (ANTERIOR)$_j$
AXONES MOTORES$_k$



CORTE TRANSVERSAL



VISTA LATERAL (esquemática)

Los *nervios raquídeos c espinales* son conjuntos de axones en el sistema nervioso periférico. Las raíces de los nervios raquídeos salen de la médula espinal. Cada axón de un nervio raquídeo es parte de una neurona sensorial o motora. Muchos de los nervios raquídeos incluyen ~~axones de~~ ambas, motoras y sensoriales (mixtos). Hay ~~alrededor~~ de 31 pares de nervios raquídeos que salen de la médula espinal bilateral y secuencialmente (segmentariamente). Los axones mixtos de las ramas de los nervios raquídeos forman un patrón de inervación virtualmente en contacto con cada área musculoesquelética, fascial y de piel. Los *axones sensoriales* (prolongaciones periféricas) provenientes de las areas periféricas del cuerpo se dirigen hacia la médula espinal, a través del nervio raquídeo. Conforme se acercan a la médula dentro del túnel de los huecos intervertebrales, los axones se doblan dorsalmente para formar la *raíz dorsal* (sensorial) del nervio raquídeo. Dentro de esta raíz, los *cuerpos celulares* unipolares de las neuronas sensoriales forman un abultamiento: el *ganglio de la raíz dorsal*. Las prolongaciones centrales de esta neuronas sensoriales continuan hacia el asta posterior de la médula espinal donde hacen sinapsis o se doblan para entrar a la materia blanca. Los *axones motores*, dentro de los nervios raquídeos, se originan de *cuerpos de las células* motoras multipolares en el asta anterior de la médula espinal. El conjunto de estos axones forman la *raíz ventral* del nervio raquídeo. Las raíces ventral y dorsal salen del agujero intervertebral o canal vertebral para formar los nervios raquídeos.

A través del vehículo que son los nervios periféricos (raquídeos y craneales): (1) Se envía información hacia el sistema nervioso central acerca del estado dinámico del propio medio ambiente interno y externo y de la orientación en el espacio del cuerpo, dentro de ese mismo medio ambiente, y (2) pueden expedirse las respuestas motoras apropiadas, desde el sistema nervioso central hacia los efectores (músculos), para que tenga lugar la acción.

SISTEMA NERVIOSO
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS NERVIOS ESPINALES*

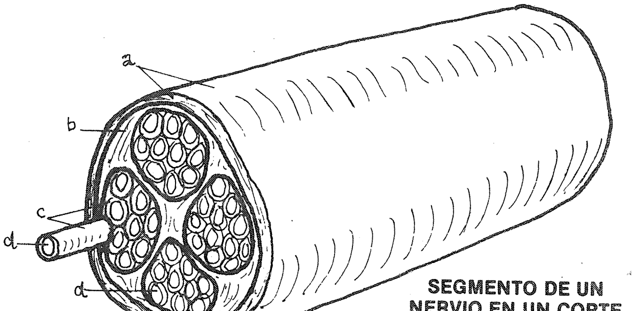
véanse también 128, 105

NC 14

1. Ilumine primero las envolturas del nervio periférico. Note el axón (y sus envolturas de endoneurio) que sobresale del nervio.
2. Ilumine los músculos que lo rodean (o) de café claro, y la fascia superficial de amarillo para aproximarse a los colores naturales. Deje sin iluminar el borde externo de la piel.
3. Ilumine e, f y g de los colores que llevaron en la lámina 128 bajo diferentes letras de identificación.

ENVOLTURAS DEL NERVIO PERIFÉRICO*

EPINEURIO a
PERINEURIO b
ENDONEURIO c
AXÓN d



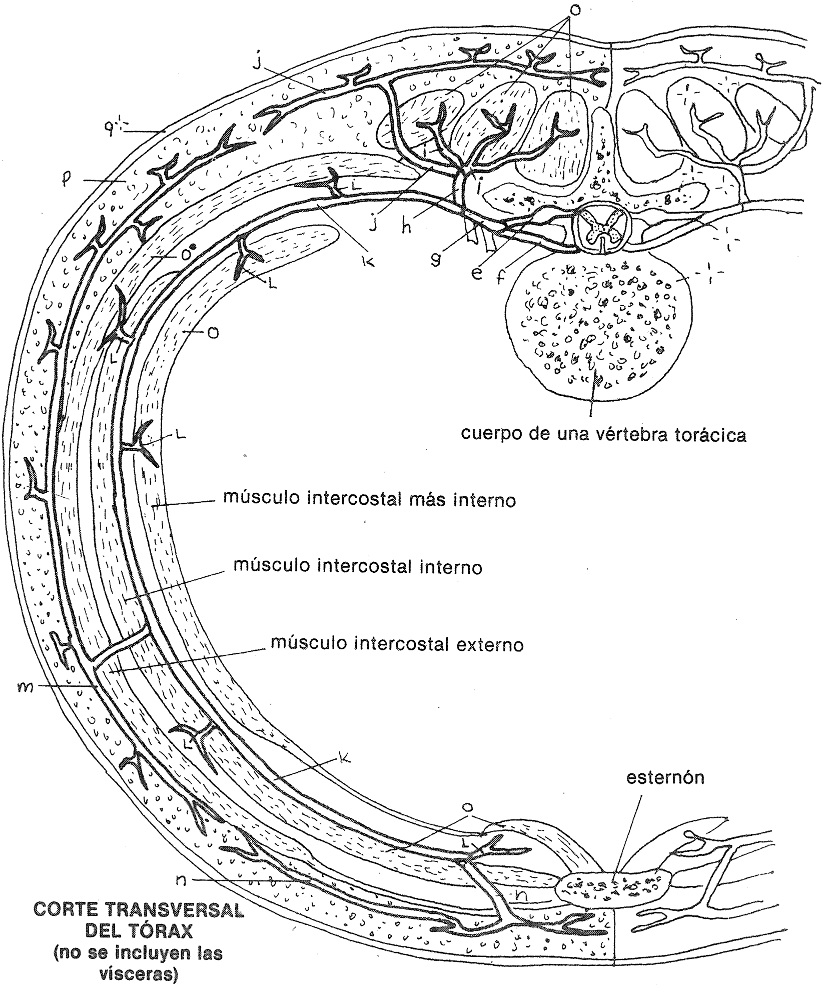
SEGMENTO DE UN NERVIO EN UN CORTE TRANSVERSAL

NERVIO ESPINAL TORÁCICO TÍPICO*

RAÍZ DORSAL e
RAÍZ VENTRAL f
NERVIO ESPINAL g
  RAMA POSTERIOR h
    RAMA MUSCULAR i
    DIVISIÓN CUTÁNEA j
  RAMA ANTERIOR k
    RAMAS MUSCULARES L
    DIVISIÓN CUTÁNEA LAT. m
    DIVISIÓN CUTÁNEA ANT. n

ESTRUCTURAS RELACIONADAS*

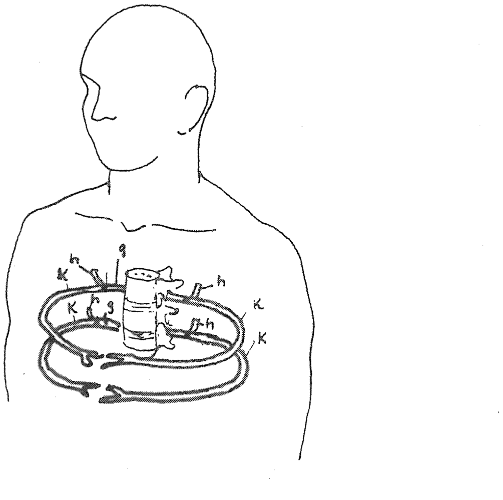
MÚSCULOS ESQUELÉTICOS o
FASCIA SUPERFICIAL p
PIEL q.:.-


o
j
q.:.-
p
i
L
j
h
k
g
e
f
o
L
o
L
cuerpo de una vértebra torácica
L
músculo intercostal más interno
músculo intercostal interno
músculo intercostal externo
m
k
L
esternón
o
L
n
h

CORTE TRANSVERSAL DEL TÓRAX (no se incluyen las vísceras)

Los nervios raquídeos ó espinales y sus ramas están constituidos por axones de neuronas motoras y sensoriales intrincadamente rodeados por tejido conectivo fibroso: fibras colágenas finas y delicadas (*endoneurio*) rodean cada axón y sus envolturas inmediatas (mielina y/o neurilema); tejido fibroso más grueso (*perineurio*) envuelve cada uno de los haces de axones dentro de un nervio, y el *epineurio* fibroso agrupa todos los haces en una sola unidad; el nervio periférico. Estas capas fibrosas sostienen físicamente a los axones, así como a los capilares que los nutren. El epineurio es adyacente y se continúa con la fascia superficial o profunda que lo rodea.

Cada nervio raquídeo se divide con un patrón de distribución más o menos típico después de dejar la médula espinal. Esencialmente, el nervio raquídeo, formado por sus raíces *dorsal* y *ventral*, se divide en *ramos* anteriores y posteriores (ramas grandes). Cada uno de éstos tiene sus ramas más pequeñas, *musculares* y *cutáneas*. Las ramas musculares inervan el músculo esquelético con fibras motoras, el músculo liso y las arterias con fibras motoras autonómicas o sensoriales para varios receptores asociados con músculos y tendones. Las ramas *cutáneas* inervan la piel de encima y la fascia con fibras sensoriales para receptores, y fibras motoras (autonómicas) para el músculo liso de las arterias cutáneas, músculos (lisos) erectores del pelo y glándulas sudoríparas. Los ramos posteriores inervan los músculos (profundos) de la espalda y la piel de encima, y la fascia; los ramos anteriores cubren el resto del cuerpo. Note como dichos ramos pasan entre las capas musculares, las inervan con ramas musculares y luego dan lugar a divisiones cutáneas que se ramifican en la fascia superficial y luego se dirigen a la piel. Observe también el potencial para sobrelaparse entre las ramas cutáneas asegurando así que no haya área de piel sin receptores sensoriales. El plano que acaba usted de iluminar es válido aquí sólo para las paredes torácica y abdominal. En los miembros, el patrón es básicamente similar, excepto que los ramos anteriores forman plexos de nervios, de los cuales emergen las ramas musculares y cutáneas en un patrón definido (ver las dos láminas siguientes).



PATRÓN DE NERVIO RAQUÍDEO TORÁCICO (INTERCOSTAL) (esquemático)

véanse también
116, 128, 132

SISTEMA NERVIOSO
NERVIOS DEL MIEMBRO SUPERIOR*
PLEXO BRAQUIAL*

NC 9

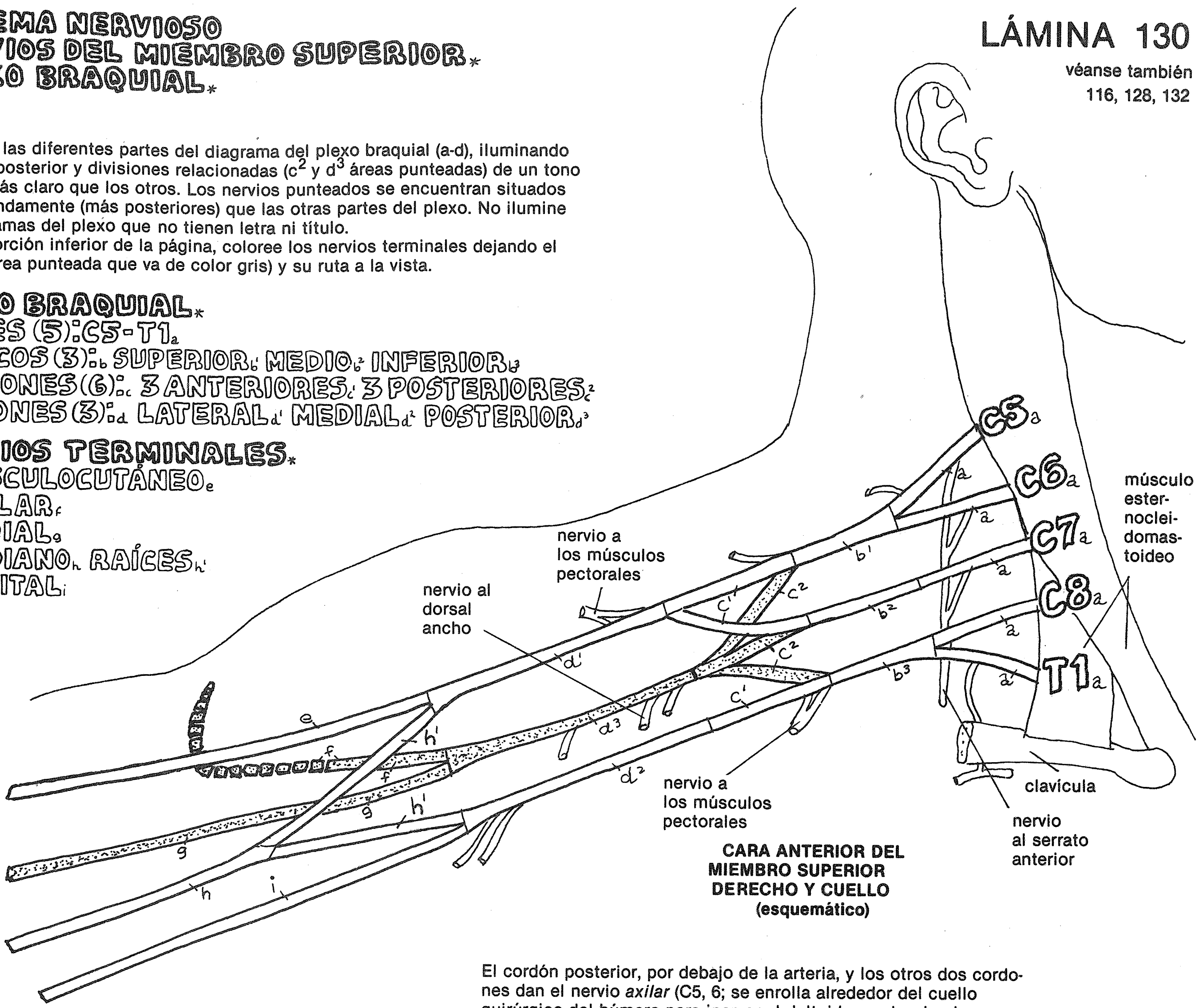
1. Ilumine las diferentes partes del diagrama del plexo braquial (a-d), iluminando el cordón posterior y divisiones relacionadas (c^2 y d^3 áreas punteadas) de un tono un poco más claro que los otros. Los nervios punteados se encuentran situados más profundamente (más posteriores) que las otras partes del plexo. No ilumine aquellas ramas del plexo que no tienen letra ni título.
2. En la porción inferior de la página, coloree los nervios terminales dejando el plexo (el área punteada que va de color gris) y su ruta a la vista.

PLEXO BRAQUIAL*

RAÍCES (5): C5-T1$_a$
TRONCOS (3):$_b$ SUPERIOR$_{b^1}$ MEDIO$_{b^2}$ INFERIOR$_{b^3}$
DIVISIONES (6):$_c$ 3 ANTERIORES$_{c^1}$ 3 POSTERIORES$_{c^2}$
CORDONES (3):$_d$ LATERAL$_{d^1}$ MEDIAL$_{d^2}$ POSTERIOR$_{d^3}$

NERVIOS TERMINALES*

N. MÚSCULOCUTÁNEO$_e$
N. AXILAR$_f$
N. RADIAL$_g$
N. MEDIANO$_h$ RAÍCES$_{h^1}$
N. CUBITAL$_i$



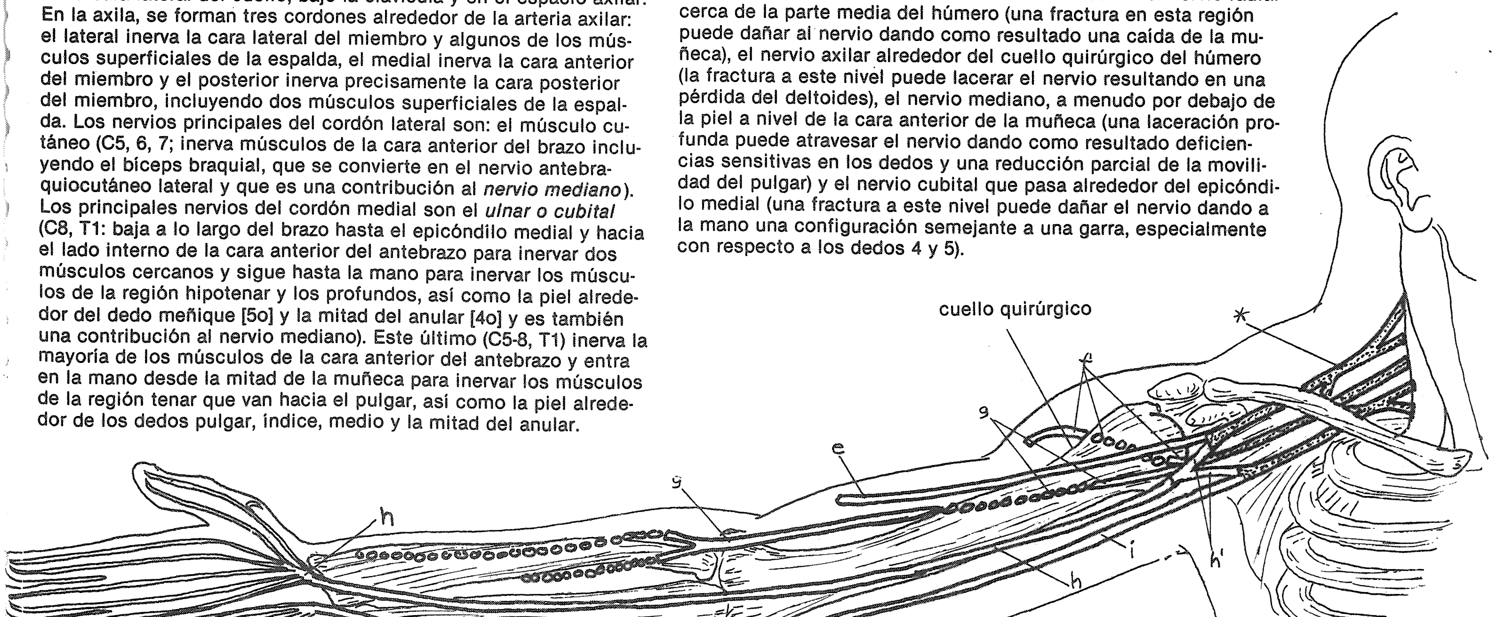
C5 a
C6 a
C7 a
C8 a
T1 a
a
a
a
a
a'
b'
b²
b³
c'
c²
c'
c²
c'
d'
d³
d²
e
f
f
g
g
h'
h'
h
i
músculo esternocleidomastoideo
nervio a los músculos pectorales
nervio al dorsal ancho
nervio a los músculos pectorales
clavícula
nervio al serrato anterior

CARA ANTERIOR DEL MIEMBRO SUPERIOR DERECHO Y CUELLO (esquemático)

Los nervios que inervan las estructuras músculoesqueléticas del miembro superior se derivan de los ramos anteriores de los nervios raquídeos 5o-8o cervical y 1er torácico (CS-T1). Estos ramos anteriores forman una red o patrón en el cuello, llamado *plexo braquial*, que se encuentra enterrado entre los músculos profundos de la cara lateral del cuello, bajo la clavícula y en el espacio axilar. En la axila, se forman tres cordones alrededor de la arteria axilar: el lateral inerva la cara lateral del miembro y algunos de los músculos superficiales de la espalda, el medial inerva la cara anterior del miembro y el posterior inerva precisamente la cara posterior del miembro, incluyendo dos músculos superficiales de la espalda. Los nervios principales del cordón lateral son: el músculo cutáneo (C5, 6, 7; inerva músculos de la cara anterior del brazo incluyendo el bíceps braquial, que se convierte en el nervio antebraquiocutáneo lateral y que es una contribución al *nervio mediano*). Los principales nervios del cordón medial son el *ulnar o cubital* (C8, T1: baja a lo largo del brazo hasta el epicóndilo medial y hacia el lado interno de la cara anterior del antebrazo para inervar dos músculos cercanos y sigue hasta la mano para inervar los músculos de la región hipotenar y los profundos, así como la piel alrededor del dedo meñique [5o] y la mitad del anular [4o] y es también una contribución al nervio mediano). Este último (C5-8, T1) inerva la mayoría de los músculos de la cara anterior del antebrazo y entra en la mano desde la mitad de la muñeca para inervar los músculos de la región tenar que van hacia el pulgar, así como la piel alrededor de los dedos pulgar, índice, medio y la mitad del anular.

El cordón posterior, por debajo de la arteria, y los otros dos cordones dan el nervio *axilar* (C5, 6; se enrolla alrededor del cuello quirúrgico del húmero para inervar el deltoides y el redondo menor) y el *radial* (C5-8, T1; inerva el tríceps braquial, da media vuelta alrededor del húmero y pasa hacia el antebrazo posterior para inervar el supinador largo o braquiorradial y otros músculos de la región [principalmente extensores]).

Los nervios que pasan cerca de la superficie o alrededor de un hueso son los candidatos más frecuentes a lesión: el nervio radial cerca de la parte media del húmero (una fractura en esta región puede dañar al nervio dando como resultado una caída de la muñeca), el nervio axilar alrededor del cuello quirúrgico del húmero (la fractura a este nivel puede lacerar el nervio resultando en una pérdida del deltoides), el nervio mediano, a menudo por debajo de la piel a nivel de la cara anterior de la muñeca (una laceración profunda puede atravesar el nervio dando como resultado deficiencias sensitivas en los dedos y una reducción parcial de la movilidad del pulgar) y el nervio cubital que pasa alrededor del epicóndilo medial (una fractura a este nivel puede dañar el nervio dando a la mano una configuración semejante a una garra, especialmente con respecto a los dedos 4 y 5).



CARA ANTERIOR DEL MIEMBRO SUPERIOR DERECHO

SISTEMA NERVIOSO
NERVIOS DEL MIEMBRO INFERIOR*

LÁMINA 131

véanse también
116, 128, 132

NC 14
1. Note usted que las raíces de los plexos lumbar y sacro deben iluminarse en dos tonos de gris.

PLEXO LUMBAR a*
N. FEMORAL b
N. OBTURADOR c
N. FEMOROCUTÁNEO LATERAL d
TRONCO LUMBOSACRO e

PLEXO SACRO f*
N. GLÚTEO SUPERIOR g
N. GLÚTEO INFERIOR h
N. PUDENDO i
N. CIÁTICO j
  N. FEMOROCUTÁNEO POSTERIOR k
  N. TIBIAL l
    N. PLANTAR MED./LAT. m
  N. PERONEAL COMÚN n
    N. PERONEAL SUPERFICIAL o
    N. PERONEAL PROFUNDO p

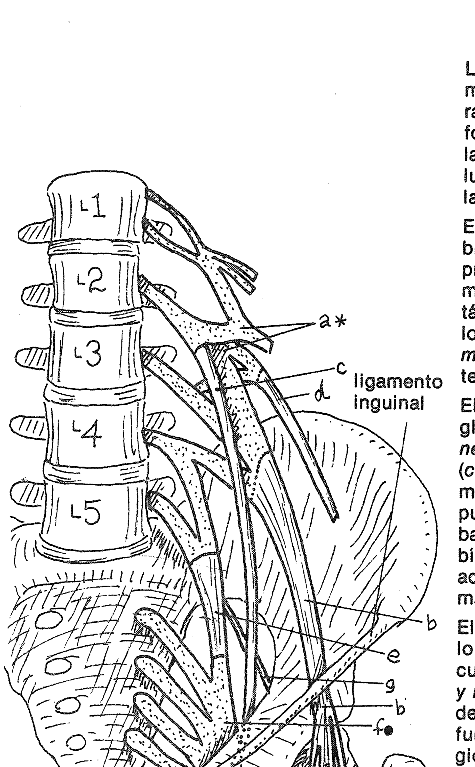
Los nervios que van a las estructuras musculoesqueléticas del miembro inferior se derivan de las ramas anteriores de los nervios raquídeos 2o-5o lumbar y 1o-3o sacro. Los nervios raquídeos L1-L4 forman el *plexo lumbar* entre las fibras del músculo psoas mayor en la pared abdominal posterior. Los nervios raquídeos L4-L5 (tronco lumbosacro) y S1-S3 forman el *plexo sacro* en la pared posterior lateral de la pelvis.

El plexo lumbar da nervios a la pared abdominal inferior, escroto (labios mayores), y a las caras interna y anterior del muslo. Los nervios principales del plexo son el *nervio crural o femoral* (L2-L4: inerva los músculos del muslo anterior, la piel que los recubre y una rama cutánea a la cara interna del muslo), el *nervio obturador* (L2-L4: inerva los músculos mediales del muslo y la piel de encima), y el *nervio femorocutáneo lateral* (L2-L3: inerva las ramas cutáneas de la cara lateral del muslo desde la nalga hasta la rodilla).

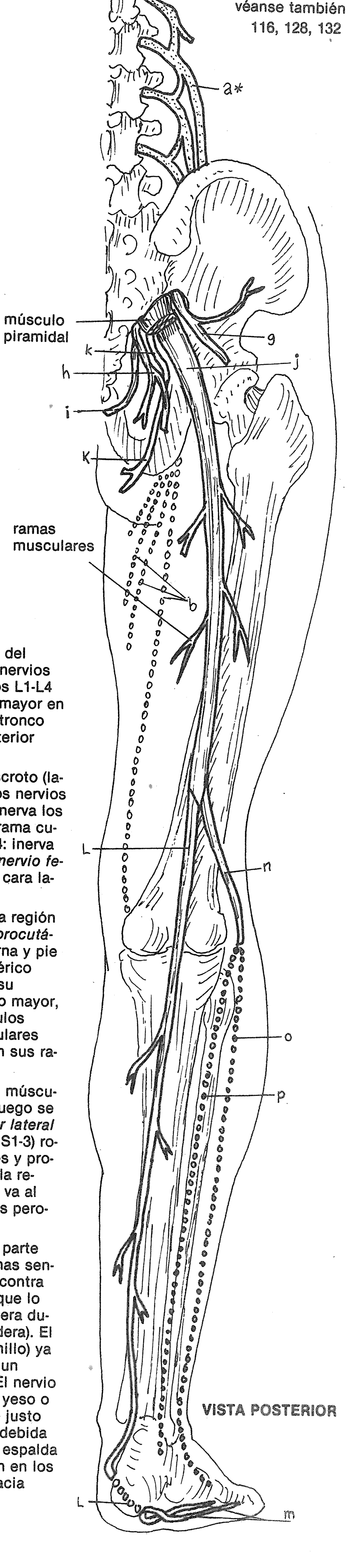
El plexo sacro da nervios al periné a la pelvis (*pudendo*), a la región glútea (*glúteo*), a la piel de la cara posterior del muslo (*femorocutáneo posterior*), a la cara posterior del mismo y a toda la pierna y pie (*ciático*). El nervio ciático (L4, L5, S1, S2, S3), el nervio periférico más grande del cuerpo —con un diámetro semejante al de su pulgar— pasa hacia afuera de la pelvis por el agujero ciático mayor, bajo el músculo piramidal de la pelvis. Baja entre los músculos bíceps, semitendinoso y semimembranoso y da rama musculares aquí, y justo por debajo de la rodilla (por detrás) se divide en sus ramas terminales: los nervios tibial y peroneal común.

El *nervio tibial* (L4, L5, S1, S2, S3) baja entre las cabezas del músculo gastrocnemio para inervar la cara posterior de la pierna, luego se curva bajo el arco interno del pie para dar los *nervios plantar lateral y medial* a la planta del pie. El *nervio peroneal común* (L4-5, S1-3) rodea el cuello del peroné para dividirse en ramas superficiales y profundas. El *nervio peroneal profundo* inerva los músculos de la región anterolateral de la pierna; el *nervio peroneal superficial* va al compartimiento lateral de la pierna para inervar los músculos peroneales.

El nervio femoral sufre a menudo con las laceraciones de la parte más alta del muslo anterior (dando como resultados problemas sensoriales en dicha región y dificultad para extender la rodilla contra resistencia). El obturador sufre con las masas intrapélvicas que lo comprimen (lo que da como resultado un balanceo hacia afuera durante la marcha debido a parálisis de los aductores de la cadera). El ciático se pica ocasionalmente en la nalga (con aguja o cuchillo) ya que se encuentra por debajo del glúteo mayor (lo que causa un amplio espectro de problemas desde dolor hasta parálisis). El nervio peroneal común es frecuentemente lesionado por férulas de yeso o botas apretadas en el lugar donde rodea el cuello del peroné justo por debajo de la piel (dando como resultado la caída del pie debida a pérdida de los dorsiflexores del tobillo). Las lesiones de la espalda que involucran las raíces nerviosas de L4 y L5 se manifiestan en los efectores inervados por estas raíces (lo que produce dolor hacia abajo hasta el pie y aun caída del mismo).



VISTA ANTERIOR
(se han removido todas las estructuras, excepto los nervios y el esqueleto)



VISTA POSTERIOR

SISTEMA NERVIOSO DERMATOMAS*

LÁMINA 132

véanse también 129, 130, 131, 116

NC 4

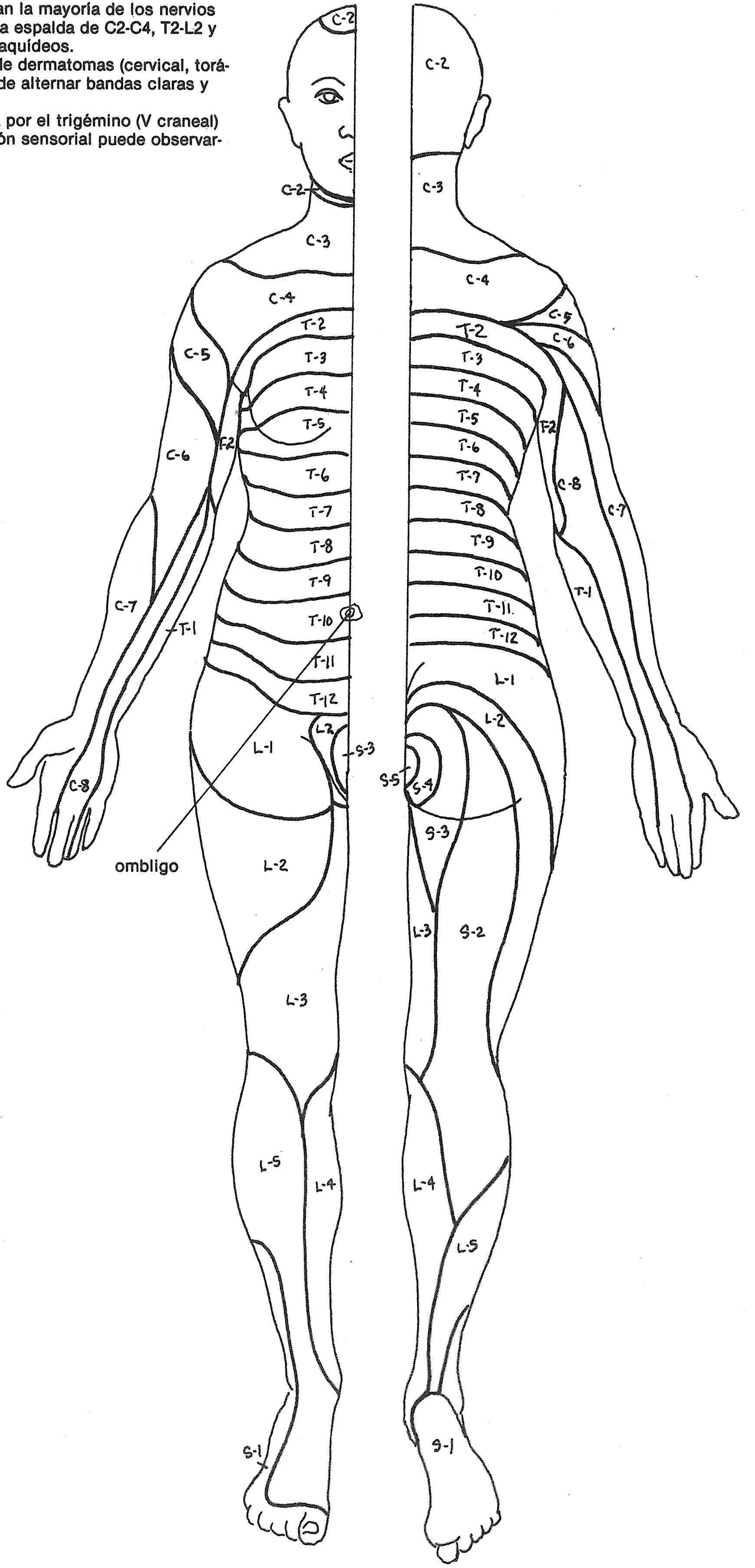
1. Ilumine los títulos completos, abajo, con cuatro colores separados. Después, ilumine los dermatomas correspondientes en las figuras de frente y espalda. Al estar iluminando cada uno de los cuatro grupos, tenga presente los plexos (cervical, C1-C4; braquial C5-T1; lumbar L1-L4; sacro, L5-S3) y los nervios intercostales que dan la mayoría de los nervios que inervan estas áreas dermatómicas. Los dermatomas de la espalda de C2-C4, T2-L2 y S3-S5 son inervados por ramas posteriores de esos nervios raquídeos.
2. Utilice colores contrastantes para cada grupo adyacente de dermatomas (cervical, torácico y semejantes) para enfatizar los límites entre ellos. Puede alternar bandas claras y obscuras del mismo color entre T2 y T12.
3. Note que la cara no debe iluminarse, ya que está inervada por el trigémino (V craneal) y no por uno de los nervios segmentarios raquídeos. Su patrón sensorial puede observarse en la lámina siguiente.

RAÍCES DORSALES DE NERVIOS CERVICALES C2- C8

RAÍCES DORSALES DE NERVIOS TORÁCICOS T1- T12

RAÍCES DORSALES DE NERVIOS LUMBARES L1- L5

RAÍCES DORSALES DE NERVIOS SACROS S1- S5

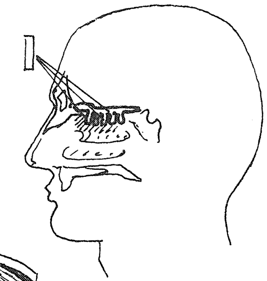


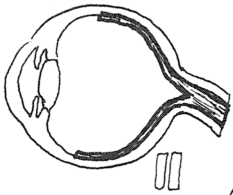
Se llama *dermatoma* un área de piel (cutánea) cuyos receptores sensoriales y axones sensoriales alimentan una sola raíz dorsal de un nervio raquídeo. Este mapa de dermatomas humanos se deriva de un número de experiencias clínicas, quirúrgicas y experimentales. De ningún modo existe un acuerdo internacional del área precisa cubierta por una raíz dorsal. Esto se debe principalmente a la superposición que existe entre dermatomas adyacentes (3 ó 4 raíces dorsales reciben impulsos de un solo dermatoma). Aún así, este mapa de dermatomas es una ventaja para el clínico en lo concerniente a quejas de dolor o disminución o pérdida de sensibilidad. La respuesta a la pregunta "¿dónde le duele?" se aplica al conocimiento que tenga el médico de los dermatomas. Ciertas lesiones nerviosas y enfermedades del SNC se reflejan en un aumento o disminución de la sensibilidad en un dermatoma específico. El dolor visceral tal como el de apendicitis, inflamación de la vesícula biliar, y piedras obstructivas en el tracto urinario son "referidas" frecuentemente a áreas cutáneas específicas. Este fenómeno de dolor referido se basa en el hecho de que tanto las áreas viscerales como las cutáneas son servidas por la médula espinal; inevitablemente, ciertas vísceras y dermatomas comparten un segmento *común* en la médula espinal. Por razones aún no conocidas, el cerebro puede interpretar como dolor cutáneo lo que de hecho es dolor visceral. Así el dolor renal puede ser referido a los dermatomas T10-T11, la inflamación de la pleura sobre el diafragma (inervado por el nervio frénico (C3-C5) puede referirse a la punta del hombro (dermatomas C3-C5) y los espasmos del músculo cardiaco (inervado por axones sensoriales provenientes de T1-T5) pueden referirse al área cutánea de la cara interna del brazo izquierdo (dermatoma T2). Al iluminar los dermatomas tómese en cuenta que: (1) el primer nervio cervical no tiene dermatoma, ya que esencialmente no tiene raíz dorsal, (2) los dermatomas C4 y T2 parecen sobrelaparse en la pared anterior del torax debido a que los dermatomas C5 al T1 se encargan esencialmente del miembro superior, (3) los dermatomas L2-S2, y L3-S3 parecen sobrelaparse debido a que los dermatomas L3 al S2 están encargados esencialmente de los miembros inferiores.

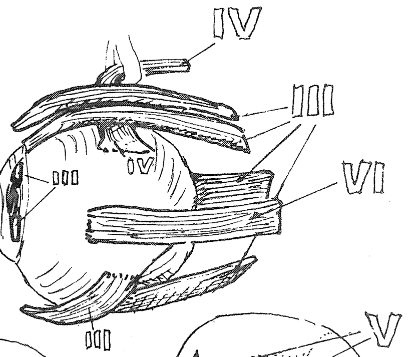
SISTEMA NERVIOSO NERVIOS CRANEALES*

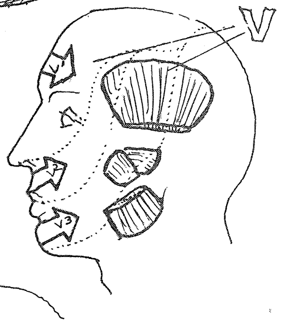
NC 12

1. Utilice cada uno de los 12 colores para iluminar el título, el nervio, el dibujo funcional y el número romano en sus tres localizaciones. También incluya las flechas en la ilustración grande; éstas indican si son primariamente motores (apuntando hacia afuera), sensoriales (apuntando hacia adentro) o ambos.
2. Antes de iluminar cada nervio, lea el resumen de funciones. Debido a limitaciones de espacio sólo se mencionan las principales funciones.

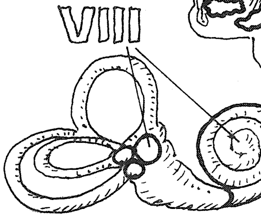


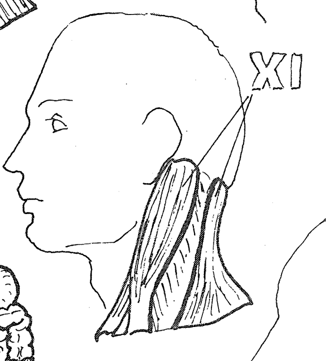


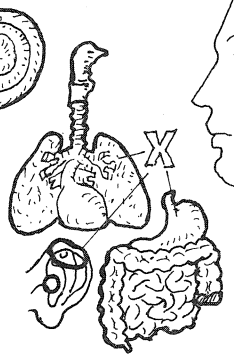


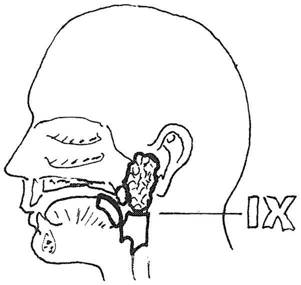


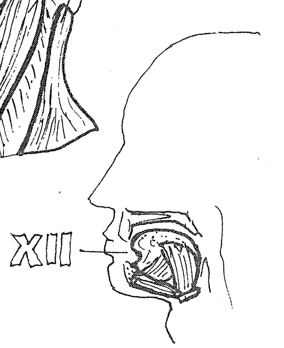
OLFATORIO I
ÓPTICO II
MOTOR OCULAR COMÚN III
PATÉTICO IV
TRIGÉMINO V
MOTOR OCULAR EXTERNO VI
FACIAL VII
AUDITIVO VIII
GLOSOFARÍNGEO IX
VAGO X
ACCESORIO XI
HIPOGLOSO XII

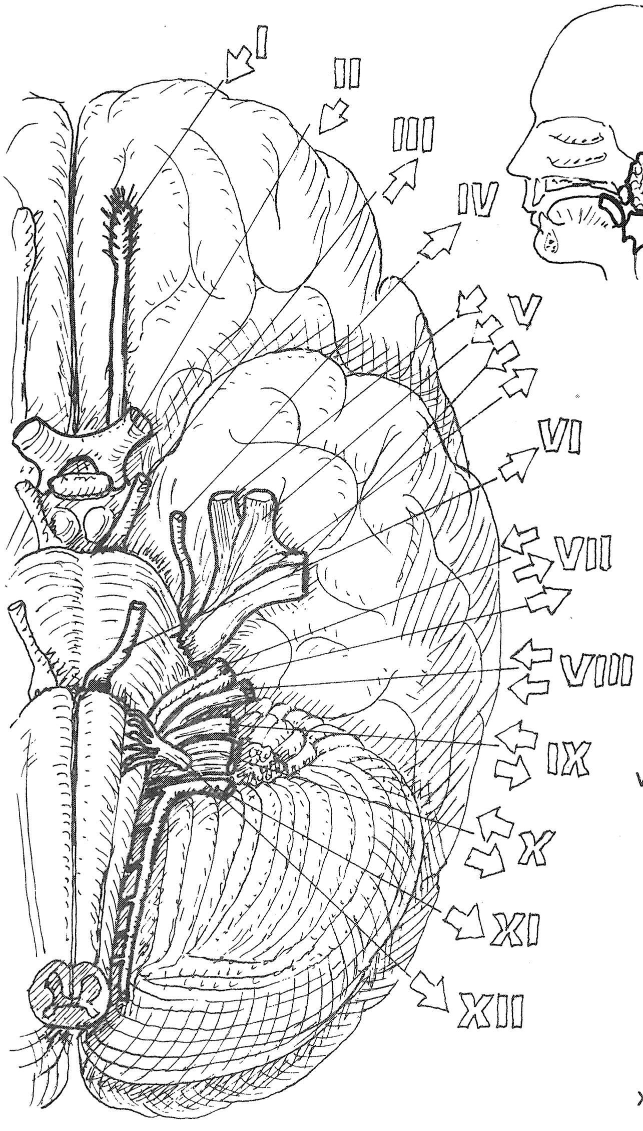












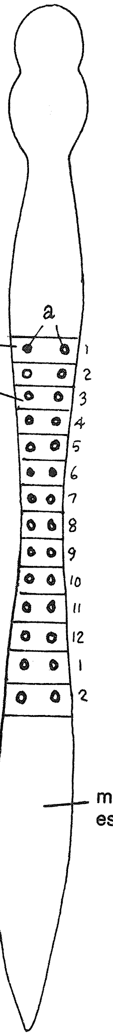
En el dibujo de la izquierda, las flechas relativas a lo sensorial no se incluyen con nervios craneales cuyo componente sensorial sospechado o conocido es de naturaleza propioceptiva (sensación de posición). La mayoría de los nervios motores llevan fibras sensoriales en relación con la propiocepción.

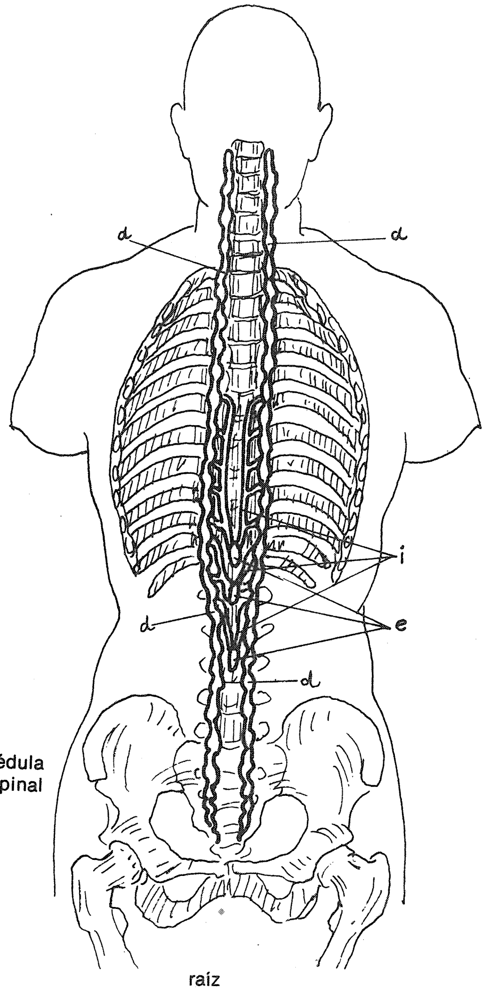
I Sensibilidad especial proveniente de receptores en la cavidad nasal; receptores sensibles al olor (olfato).
II Sensibilidad especial proveniente de la retina (receptores visuales) en el ojo; receptores sensibles a la luz.
III Motor somático de los músculos extrínsecos del ojo (excepto el recto externo y el oblicuo superior); parasimpático (motor visceral) al ganglio ciliar (que inerva los músculos ciliares y el esfínter pupilar).
IV Motor somático del músculo oblicuo superior del ojo.
V Tres partes (V_1, V_2, V_3): sensorial somático proveniente de la cara que involucra las tres divisiones; motor (V_3) para los músculos de la masticación, músculo del oído medio y del paladar.
VI Motor somático del músculo recto externo o lateral del ojo.
VII Dos partes: intermedio —sensorial visceral proveniente de receptores del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua; parasimpático a los ganglios pterigopalatino (que inerva las glándulas de la cavidad nasal y oral, y la glándula lagrimal) y el submandibular (que inerva la glándulas salivales sublingual y submandibular)—, y motor somático de los músculos de la expresión facial y cuero cabelludo.
VIII Dos partes: coclear (sensibilidad especial proveniente de las células vellosas de la cóclea; sensible al sonido); vestibular (sensibilidad especial proveniente de los receptores de equilibrio del oído interno).
IX Sensorial visceral proveniente de los receptores del gusto del tercio posterior de la lengua; sensibilidad general proveniente de la mucosa alrededor de la parte posterior de la lengua y amígdalas; sensibilidad especial proveniente de los senos carotídeos (en la bifurcación de la carótida primitiva) sensible a la presión arterial; parasimpático al ganglio ótico (que inerva la glándula salival parótida); motor de dos músculos de la faringe.
X Sensibilidad general proveniente de parte del oído y meato auditivo; sensorial visceral (excepto dolor) proveniente de la faringe laringe, tráquea, esófago, vísceras abdominales y torácicas; parasimpático de los ganglios que inervan las vísceras torácicas y abdominales; motor de la faringe y laringe.
XI Dos partes: espinal (motor de los músculos esternocleidomastoideo y trapecio) y craneal (se une al vago para inervar la laringe)
XII Motor de los músculos extrínsecos e intrínsecos de la lengua.

SISTEMA NERVIOSO
SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO*
DIVISIÓN SIMPÁTICA*

NC 8
1. Trabaje esta lámina y las dos siguientes utilizando los mismos colores.
2. Ilumine la estructura g de blanco o de gris claro; ilumine h de gris más obscuro.
3. Ilumine cuidadosamente los nervios esplácnicos (i), los cuales unen la cadena simpática (d) a los ganglios prevertebrales (e) en el dibujo de la extrema derecha y en la región marcada con 3 abajo.

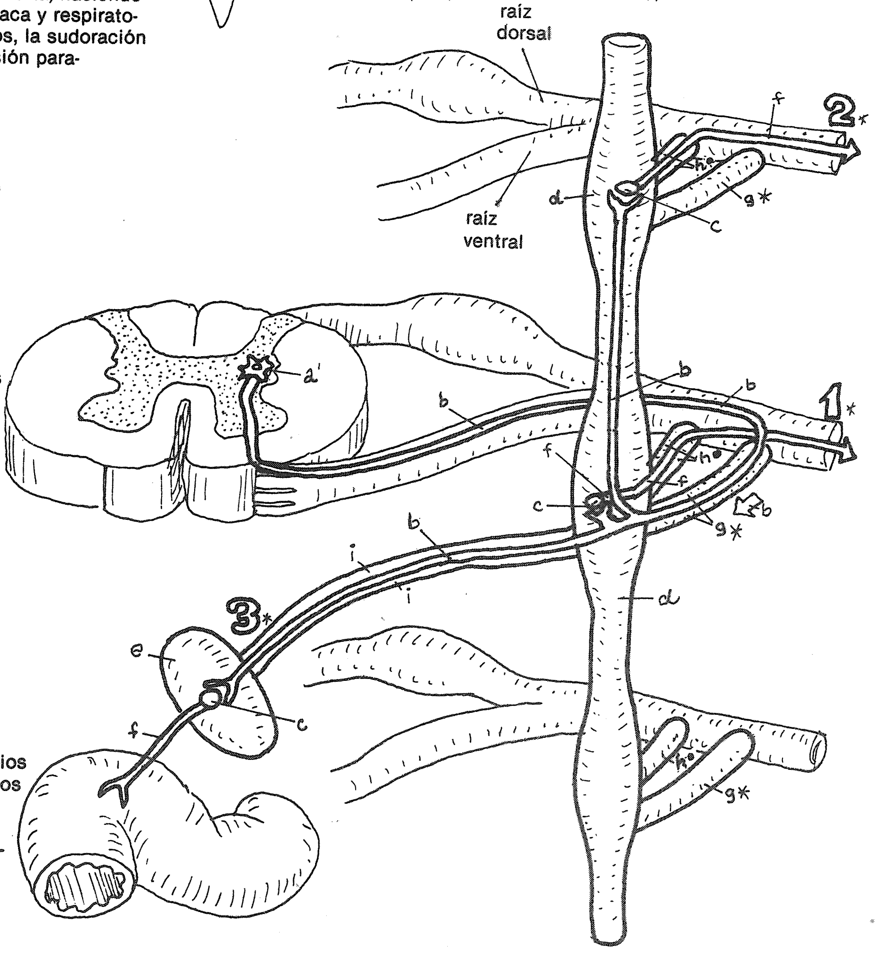
CÉLULA PREGANGLIONAR -¦-
LOCALIZACIONES CORPORALES (T1-L2)a-¦-
CUERPOS DE CÉLULAS PREGANGLIONARES a
AXONES PREGANGLIONARES b
CUERPOS DE CÉLULAS POSTGANGLIONARES c
CADENA DE GANGLIOS SIMPÁTICOS d
GANGLIOS PREVERTEBRALES e
AXONES POSTGANGLIONARES f
RAMOS COMUNICANTES BLANCOS g*
RAMOS COMUNICANTES GRISES h°
NERVIO ESPLÁCNICO i





El sistema nervioso autónomo (SNA) es la parte del sistema nervioso periférico (SNP) que inerva el músculo liso y las glándulas de los órganos viscerales, así como el músculo cardiaco. Es un sistema motor. Funciona por lo general independientemente de la voluntad; es autónomo, no automático. Tanto en el terreno estructural como en el funcional, el SNA está separado del resto del SNP (en términos de clasificación): la vía SNC-efector involucra dos neuronas. La primera neurona (preganglionar) sale del SNC, como usted puede sospechar. Su axón viaja hasta un ganglio periférico en donde hace sinapsis con una segunda neurona (postganglionar), cuyo axón sigue hasta el efector. Ya que las neuronas sensoriales de los órganos viscerales no son diferentes funcional y estructuralmente de su contraparte somática, no se consideran parte del SNA. En efecto, las neuronas sensoriales de los órganos viscerales y el SNA constituyen un sistema nervioso visceral.

El SNA está formado por dos divisiones: la simpática y la parasimpática. La división simpática se ocupa de las respuesta en los estados de alerta, haciendo posible la dilatación pupilar, el aumento de la frecuencia cardiaca y respiratoria, el aumento del flujo sanguíneo a los músculos esqueléticos, la sudoración y otras reacciones apropiadas para tales emergencias. La división parasimpática se ocupa más bien de respuestas vegetativas, similares a las que se experimentan después de una comida abundante. Estas favorecen la digestión y absorción de nutrientes (actividad secretomotora aumentada), drenaje de la vejiga urinaria, disminución de frecuencias cardiaca y respiratoria, y desvío de la sangre del músculo esquelético hacia las vísceras digestivas. Estructuralmente, la diferencia principal entre las dos divisiones recae en la posición de los ganglios y en la forma en que los nervios llegan y salen de ellos. Concentrándonos en la *división simpática*: los *cuerpos celulares* de las *neuronas preganglionares* a^{1}) se encuentran en el asta lateral de la médula espinal desde T1 hasta L2 (a) solamente (de ahí que la división simpática también sea conocida como toracolumbar). Sus axones (b) pasan a través de las raíces anteriores de los nervios raquídeos T1-L2, se unen a los axones de dichos nervios y luego, abruptamente, se doblan y entran a la *cadena de ganglios simpáticos* (d) localizada por fuera y a lo largo de la columna vertebral desde C1 hasta el cóccix. Al hacer esto forman los *ramos comunicantes blancos* (g); blancos porque son mielinizados. Una vez en la cadena, los axones preganglionares pueden tomar una de tres opciones: (1) pueden hacer sinapsis con el *cuerpo de la célula postganglionar* (c de enmedio), en el mismo nivel en el que entró, (2) puede moverse hacia arriba o hacia abajo de la cadena en uno o varios segmentos para hacer sinapsis con un cuerpo celular postganglionar (c de arriba), o (3) puede pasar a través de la cadena sin hacer sinapsis, a formar parte del *nervio esplácnico* (i) (un conjunto de axones preganglionares), destinado para los cuerpos celulares de neuronas postganglionares (c inferior) en los *ganglios prevertebrales* (e), localizados al frente de la columna vertebral en la cavidad abdominal. Los *axones de las neuronas* postganglionares (f) dejan la cadena a través de los *ramos comunicantes* grises (h) (desmielinizados) para unirse a los nervios raquídeos, o dejan la cadena directamente para unirse a los vasos sanguíneos, compartiendo un destino común en las vísceras (no se muestra en esta lámina; véase f y f^{1} de la lámina siguiente), o dejan los ganglios paravertebrales con vasos sanguíneos vecinos, también viajando con un destino común, en este caso las vísceras abdominales. La lámina siguiente pone esta división en una perspectiva mayor.



SISTEMA NERVIOSO
SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO*
ESQUEMA DE LA DIVISIÓN SIMPÁTICA*

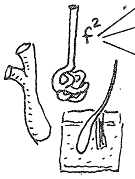
véanse también 134, 129, 104

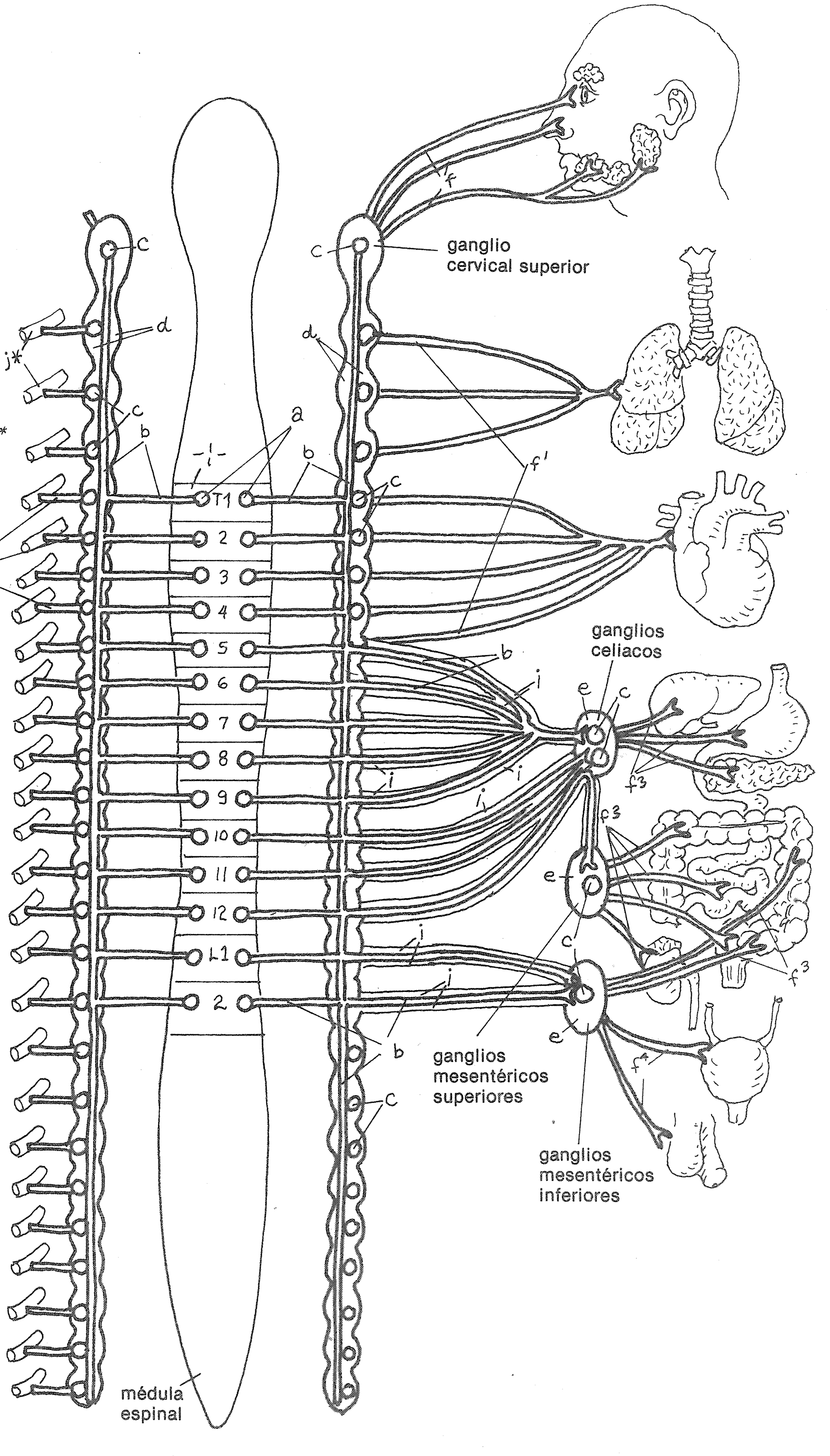
NC 7

1. Oriéntese usted en este diagrama: note que la médula espinal se halla en medio, con las dos cadenas simpáticas a los lados derecho e izquierdo. No se muestran todas las conexiones de ambas cadenas (en el cuerpo, la cadena derecha es un duplicado de la izquierda; por razones de espacio no se duplicaron aquí). En el lado izquierdo sólo se representaron las vías a la piel (f^2); en el lado derecho se muestran las vías a cabeza, cuello y cavidades corporales.
2. Ilumine cuidadosamente todas las estructuras que se encuentran bajo un solo título (en orden de arriba a abajo) antes de seguir con otras. Lea el texto correspondiente mientras ilumina.
3. Advierta que los axones preganglionares (b), al hacer sinapsis con los ganglios prevertebrales (e), son componentes del nervio esplácnico (i) y reciben los dos colores. No ilumine los órganos.

NEURONAS PREGANGLIONARES*
CUERPOS CELULARES$_a$
AXONES$_b$
NERVIO ESPLÁCNICO$_i$
NEURONAS POSTGANGLIONARES*
CUERPOS CELULARES$_c$
AXONES A CABEZA Y CUELLO$_f$
A VÍSCERA TORÁCICA$_{f^1}$
A LA PIEL:$_{f^2}$
GLÁNDULAS
SUDORÍPARAS$_{f^2}$
ERECTOR DEL PELO$_{f^2}$
VASOS SANGUÍNEOS$_{f^2}$
A VÍSCERA ABDOMINAL$_{f^3}$
A VÍSCERA PÉLVICA/PERINEAL$_{f^4}$

CADENA SIMPÁTICA$_d$
GANGLIOS PREVERTEBRALES$_e$
NERVIOS ESPINALES$_{j*}$





Esta lámina se concentra principalmente en la organización postganglionar; la lámina anterior enfatiza la estructura preganglionar. Los axones postganglionares de esta división tienen varias regiones básicas para inervar: cabeza y cuello, tórax, áreas cutáneas, abdomen, y pelvis y periné.

Considere los *axones postganglionares que van a la cabeza y al cuello*: estos axones (f) salen de la cadena simpática en el ganglio cervical superior, se unen a las arterias carótidas (no se muestran) en su camino, e inervan el músculo dilatador en el iris, las glándulas en el ojo, las cavidades oral y nasal (reducción de la secreción), el músculo liso de vasos sanguíneos (vasoconstricción), las glándulas sudoríparas (aumento de la secreción) y los músculos erectores del pelo (erección del pelo en la superficie de la piel).

Considere los *axones postganglionares a las vísceras torácicas*: estos axones (f^1) dejan la *cadena* (d) directamente para formar o unirse a plexos de nervios cardiacos, pulmonars y esofágicos (no se muestran) los axones simpáticos de estos plexos autónomos mixtos inervan los nodos senoauricular y auriculoventricular del corazón y arterias coronarias (aumento de la frecuencia cardiaca y dilatación coronaria), pulmones y bronquios (vasodilatación y broncodilatación), y esófago (inhibición de actividad peristáltica).

Considere los *axones postganglionares que van a la piel*: estos axones (f^2) dejan la cadena a través de los ramos grises (no se muestran) en cada uno de los niveles de la médula espinal para unirse a los nervios raquídeos (j). Estos axones se ramificarán junto con sus contrapartes somáticas (no se muestran) para inervar arterias asociadas al músculo esquelético (vasodilatación) y áreas cutáneas (aumento de la actividad de las glándulas sudoríparas, erección del pelo y vasoconstricción).

Considere los *axones postganglionares de las vísceras abdominales*: los *ganglios prevertebrales* (e) están formados de tres grupos prioritarios de cuerpos celulares arreglados alrededor de las ramas principales de la aorta abdominal (no se muestra); los cuerpos celulares se nombran en relación a la arteria vecina. Los axones preganglionares llegan a estos ganglios a través de los *nervios esplácnicos* (i). Los axones postganglionares (f^3) dejan cada uno de los tres ganglios para inervar el músculo liso y las glándulas de las vísceras indicadas, así como el músculo liso de sus arterias (disminución de la peristalsis y secreción glandular, aumento de la actividad de los esfínteres y vasoconstricción).

Los *axones postganglionares de la pelvis y periné* (f^4) dejan los ganglios mesentéricos inferiores hacia abajo en dirección a una red de fibras autónomas (no se muestran) desde la cual, los axones se dirigen al músculo liso, glándulas y músculo liso vascular de tracto intestinal bajo, pelvis y órganos perineales.

véanse también 135, 133

SISTEMA NERVIOSO
SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO*
ESQUEMA DE LA DIVISIÓN PARASIMPÁTICA*

NC 4
1. Este diagrama muestra el esquema del parasimpático en un solo lado del cuerpo. Note que existen cuerpos celulares en ambas áreas, craneal y sacra.
2. El texto seguirá el orden de los títulos. Ilumine todas las estructuras de un encabezado antes de seguir con la siguiente y lea la porción del texto que corresponde a las partes. No ilumine los órganos.

NEURONAS PREGANGLIONARES:$_{b}$

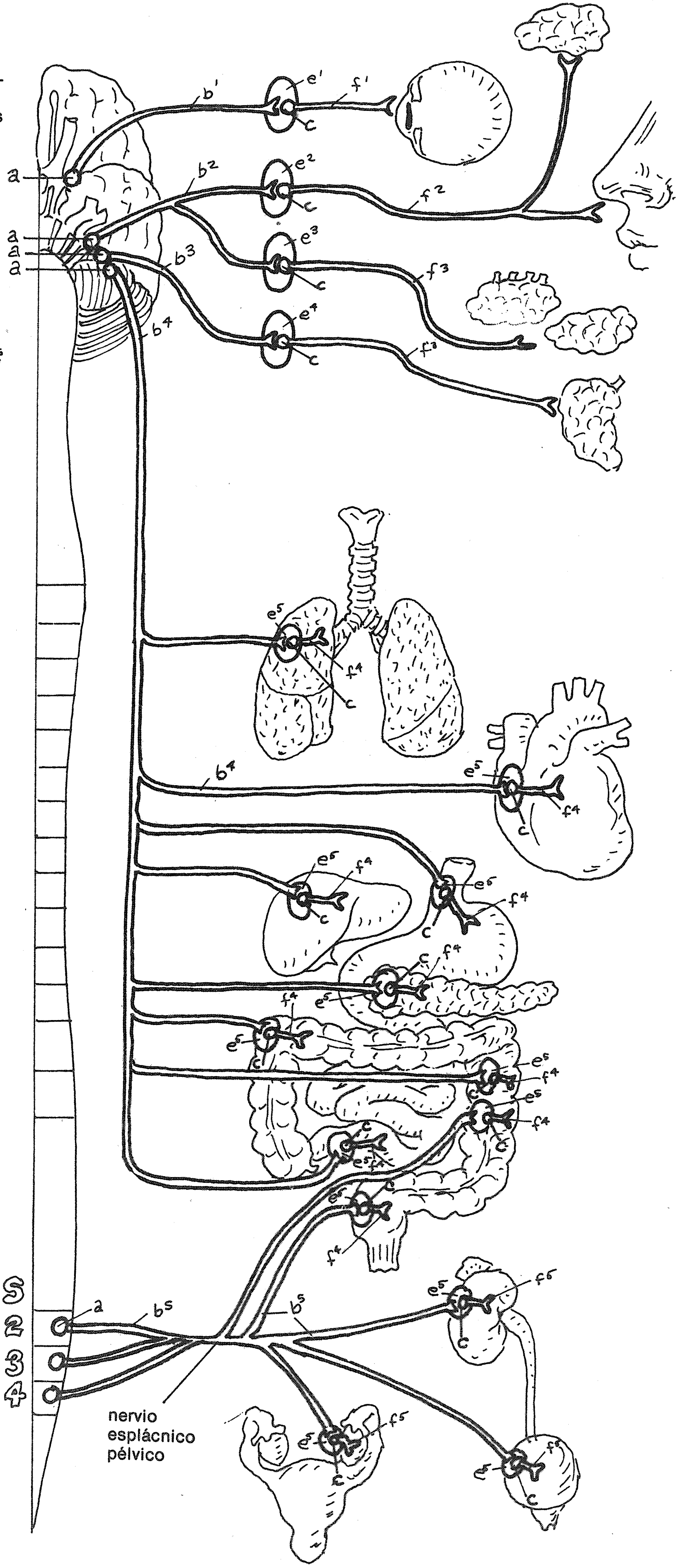
CUERPOS CELULARES$_{a}$
AXONES CON: III N. CRANEAL$_{b^1}$
VII N. CRANEAL$_{b^2}$ IX N. CRANEAL$_{b^3}$
X N. CRANEAL$_{b^4}$
AXONES PROVENIENTES DE: S2, S3 Y S4$_{b^5}$

GANGLIOS:$_{e}$

CILIAR$_{e^1}$
PTERIGOPALATINO$_{e^2}$
SUBMAXILAR$_{e^3}$
ÓTICO$_{e^4}$
INTRAMURALES$_{e^5}$

AXONES POSTGANGLIONARES:$_{f}$

CUERPOS CELULARES$_{c}$
AXONES A: OJO$_{f^1}$ CAVIDADES NASAL/ORAL$_{f^2}$ GLÁNDULAS SALIVALES$_{f^3}$ VÍSCERAS TORÁCICAS/ABDOMINALES$_{f^4}$ VÍSCERAS PÉLVICAS/PERINEALES$_{f^5}$



Las *neuronas preganglionares* parasimpáticas se originan en el tallo cerebral y en la porción sacra de la médula espinal. En la región de la cabeza, los axones preganglionares se unen con los axones somáticos de los nervios craneales oculomotor (*III*), facial (*VII*) y el glosofaríngeo (*IX*) para llegar a sus ganglios. Fibras preganglionares del vago (*X*) bajan por el cuello a la laringe, tráquea, bronquios y más abajo (como se muestra) hasta el nivel del colon descendente. Sus ganglios están localizados en los órganos viscerales que inervan. En el tórax, las fibras vagales se unen con las simpáticas en los plexos cardiaco y pulmonar (no se muestran) y luego se dispersan. Las fibras vagales restantes forman un plexo alrededor del esófago (no se muestran), pasan a través del diafragma y entran en el abdomen donde forman una mezcla con las simpáticas alrededor de los ganglios prevertebrales, desde los cuales siguen a las arterias que van a los órganos que inervan. Los axones *sacros* preganglionares, que salen de los cuerpos celulares en las astas laterales de la médula espinal (segmentos S2 a S4), salen a través de las raíces anteriores, se unen a los nervios raquídeos durante unos milímetros, luego se doblan y van hacia el interior de la pelvis. En conjunto, estos nervios constituyen los nervios esplácnicos pélvicos que forman un plexo con los axones simpáticos (provenientes de los ganglios mesentéricos inferiores) en el recto. Los axones siguen entonces a las arterias que van a las vísceras que inervan.

Los ganglios *parasimpaticos* de la cabeza son formaciones pequeñas apenas del tamaño de la cabeza de un alfiler. El *ganglio ciliar* se localiza por detrás del globo ocular, el *ganglio pterigopalatino* se encuentra en la pared lateral de la cavidad nasal cerca de la nasofaringe; el *ganglio ótico* se localiza en la fosa infratemporal por debajo de la porción vertical de la mandíbula, y el *ganglio submandibular* se localiza debajo de la glándula salival submandibular debajo de la mandíbula. Los *ganglios intramurales* (asociados al vago y sacros preganglionares), se localizan en la submucosa y túnicas musculares de los órganos viscerales y son de dimensiones microscópicas. Desde estas masas de cuerpos celulares salen los axones postganglionares cortos.

Los *axones postganglionares al ojo* inervan al músculo ciliar del ojo (que altera la forma del cristalino) y el esfínter pupilar (que reduce el tamaño de la pupila). Los postganglionares provenientes del ganglio pterigopalatino inervan las glándulas (aumentan la secreción) del ojo y las *cavidades nasal y oral*; aquellas fibras provenientes del ganglio submandibular (ambos ganglios reciben preganglionares provenientes del VII nervio craneal) inervan las *glándulas salivales* submandibular y sublingual (aumento de la secreción). Los axones postganglionares provenientes de los ganglios intramurales de órganos torácicos, abdominales, pélvicos y perineales son muy cortos e inervan el músculo liso y las glándulas que se encuentran en ellos (aumentan la secreción y la actividad muscular, disminuye la frecuencia cardiaca, broncoconstricción) Notará usted que los parasimpáticos generalmente no inervan la musculatura de los vasos sanguíneos, las glándulas sudoríparas y los músculos piloerectores; de ahí que generalmente no se encuentran en los nervios periféricos como los axones postganglionares simpáticos.

véanse también 11, 135, 136

SISTEMA NERVIOSO
ÓRGANO DE LA VISTA$_*$ (1)

NC 21
1. Advierta la naturaleza de las estructuras vecinas de este corte vertical del ojo; no deben iluminarse. El carácter tridimensional del ojo puede apreciarse observando la lámina 139.
2. Utilice un color claro para i, j y j^1, y rojo para h.

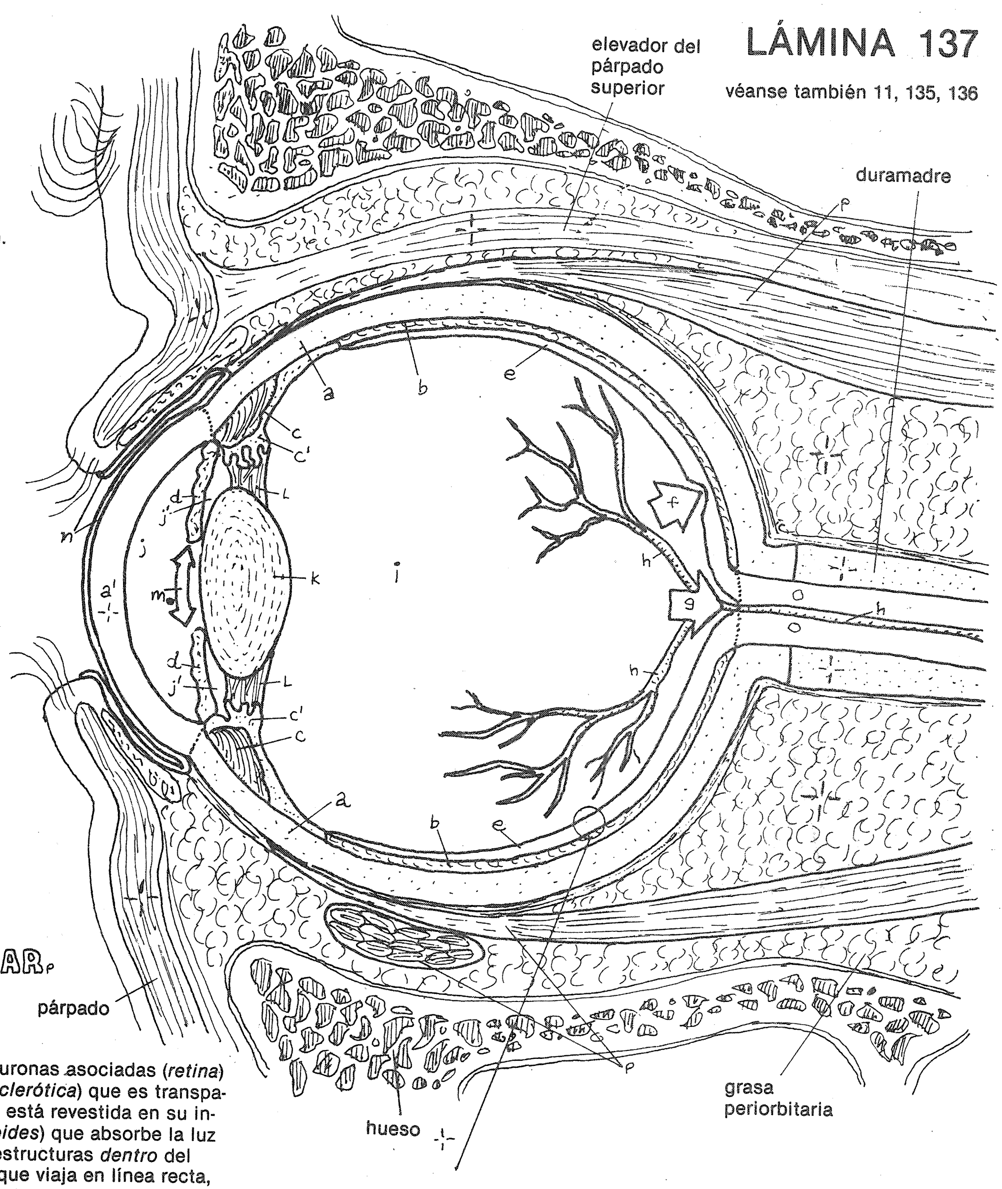
CAPAS DEL OJO$_*$

ESCLERÓTICA$_a$
  CÓRNEA$_{a'}$ ✛
COROIDES$_b$
  CUERPO CILIAR$_c$
  PROCESOS CILIARES$_{c'}$
  IRIS$_d$
RETINA$_e$
  FÓVEA CENTRAL$_f$
  DISCO ÓPTICO$_g$
  ARTERIAS RETINIANAS$_h$

ESPACIOS/LÍQUIDOS$_*$

CUERPO VÍTREO$_i$
HUMOR ACUOSO$_j$
  CÁMARA ANTERIOR$_j$
  CÁMARA POSTERIOR$_{j'}$

CRISTALINO$_k$
  LIGAMENTO SUSPENSORIO$_l$
PUPILA$_{m}$ ●
CONJUNTIVA$_n$
NERVIO ÓPTICO$_o$
MÚSCULOS DEL GLOBO OCULAR$_p$



El ojo es una capa de células fotorreceptoras y neuronas asociadas (*retina*) dentro de un globo protector fibroso y ahulado (*esclerótica*) que es transparente en la parte del frente (*córnea*). La esclerótica está revestida en su interior por una capa vascular muy pigmentada (*coroides*) que absorbe la luz y previene su dispersión. La mayoría de las otras estructuras *dentro* del globo ocular se ocupa de las ondas de luz. La luz, que viaja en línea recta, debe ser desviada (refractada) al entrar al ojo (a través de la pupila) para converger en un punto focal frente a la retina. La *córnea* (capas de fibras finas encapsuladas con células epiteliales), el *cristalino o lente* (células epiteliales empacadas apretadamente con un alto grado de elasticidad), el *humor vítreo* (un gel de agua y mucoproteína), y el *humor acuoso* (un líquido extracelular que llena las cámaras anterior y posterior del ojo), son los medios de refracción de las ondas de luz, enumerados aquí en orden de importancia funcional.

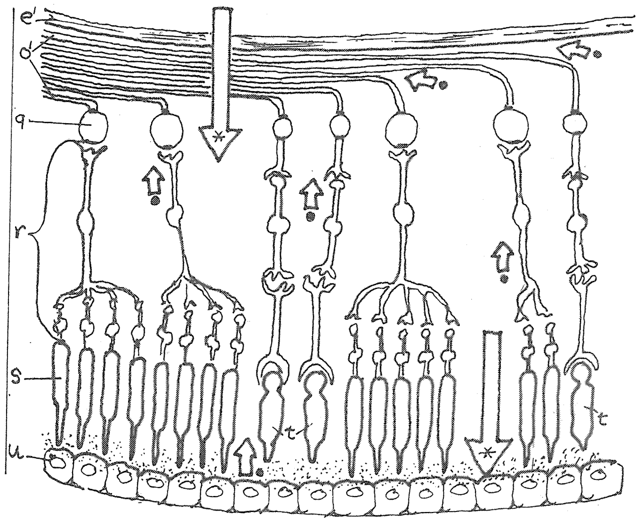
La coroides se engruesa anteriormente para formar el *cuerpo ciliar* (tejido conectivo pigmentado con fibras de músculo liso) desde el cual los *procesos* y el *ligamento suspensorio* se dirigen hacia el cristalino. Pasivamente, estos ligamentos ponen tensión sobre el cristalino (circunferencialmente), aplanándolo. El músculo ciliar del cuerpo ciliar, que actúa bajo estimulación parasimpática, quita la tensión de los procesos ciliares y ligamentos suspensorios, lo que produce un aglobamiento del cristalino debido a su elasticidad inherente, permitiendo así la visión de cerca.

El *iris* es una extensión del cuerpo ciliar y forma un borde circular y ajustable alrededor del cristalino. El espacio dentro del borde circular es la pupila. El diámetro de la pupila puede ser alterado por la acción de los músculos del iris que están orientados en dos direcciones. El músculo dilatador de la pupila jala hacia atrás al iris, hacia el cuerpo ciliar, dilatando aquélla; el esfínter pupilar tira del iris hacia abajo alrededor del frente del cristalino, constriñendo la pupila. El color del iris se debe, principalmente, a la cantidad de pigmento que hay dentro de él.

La retina está formada por varias capas de cuerpos celulares (capa nuclear) y fibras (capas plexiformes). Los *bastones* (altamente sensibles a la luz e insensibles al color) y los *conos* (sensibles al color y que proveen de la más alta agudeza visual) constituyen las *neuronas fotorreceptoras*; generalmente mantienen una proporción de 20:1. Existe una excepción a esta cifra en la *fóvea central* (una discreta depresión en un área circular amarilla de la retina), en donde sólo aparecen conos y neuronas relacionadas. Este punto en la retina se encuentra en la vía óptica de la luz directa; de ahí que se obtenga una mayor agudez visual al mirar directamente un objeto, bajo una luz adecuada. El *disco óptico o papila* (en donde las fibras del nervio óptico corren hacia afuera por detrás del globo ocular) no tiene conos ni bastones y es, de hecho, una mancha ciega.

CAPAS DE LA RETINA$_*$

MEMBRANA LIMITANTE INTERNA$_{e'}$
AXONES (FIBRAS DEL N. ÓPTICO)$_{o'}$
NEURONAS GANGLIONARES$_q$
NEURONAS BIPOLARES$_r$
NEURONAS FOTORRECEPTORAS$_*$
  BASTONES$_s$ CONOS$_t$
EPITELIO PIGMENTADO$_u$
RAYOS DE LUZ$_*$ IMPULSO NERVIOSO ●

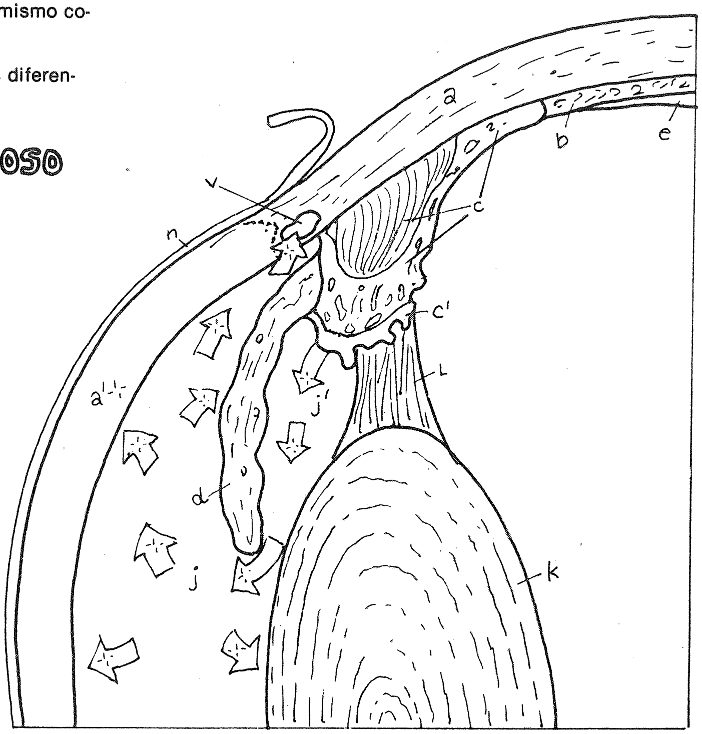


véanse también 137, 72, 136

SISTEMA NERVIOSO
ÓRGANO DE LA VISTA$_*$ (2)

NC 15

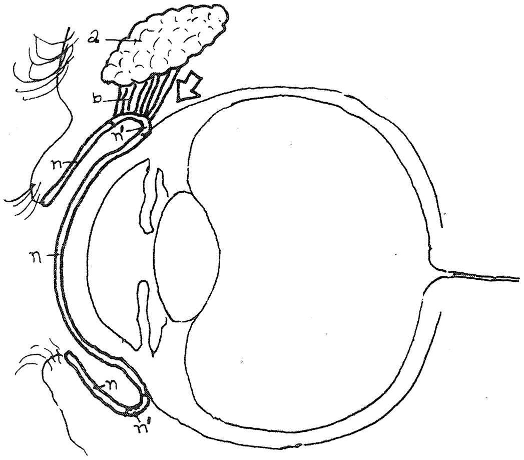
1. Ilumine la ilustración superior con los colores utilizados en la lámina anterior. Complete la ilustración a pesar de que no todas las estructuras estén identificadas aquí.
2. Note que la estructura (n) debe iluminarse en las dos ilustraciones y con el mismo color.
3. No coloree las flechas que representan la circulación del humor acuoso.
4. En la ilustración inferior las letras de identificación se refieren a estructuras diferentes a las de arriba. Ilumine de gris las flechas direccionales.



SECRECIÓN Y DRENAJE DEL HUMOR ACUOSO

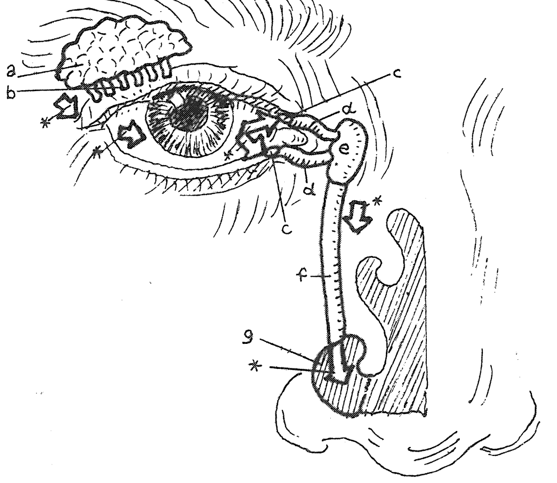
ESCLERÓTICA$_a$/CÓRNEA$_{a'}$ ✢
CUERPO$_c$/PROCESOS CILIARES$_{c'}$
CÁMARA POSTERIOR$_{j'}$
IRIS$_d$
CÁMARA ANTERIOR$_j$
CANAL DE SCHLEMM$_v$

El *humor acuoso* es un líquido extracelular, similar en su composición al líquido cefalorraquídeo, secretado por las células epiteliales del *cuerpo ciliar* hacia la *cámara posterior* del ojo. El líquido circula a través de la pupila hacia la *cámara anterior* para ser absorbido por el pequeño *canal de Schlemm* que circunvala al ojo a nivel de la unión iridoesclerótica. El líquido es, entonces, absorbido por pequeñas venas conectadas al canal. La velocidad de secreción del humor acuoso parece darse en función a la velocidad de absorción por el canal. El humor acuoso crea dentro del ojo una presión necesaria para la estabilidad de las estructuras intraoculares (cristalino, cuerpo ciliar, retina y demás). También provee de nutrientes al cristalino que es avascular. En ocasiones, el humor acuoso no es drenado adecuadamente por el canal —posiblemente debido a presión en las venas de drenaje o a una obstrucción—. Un aumento en la presión intraocular tiene generalmente tal intensidad que puede resultar en un daño serio al ojo después de un tiempo. Esta condición, glaucoma, puede ser prevenido ahora revisando la presión intraocular con un aparato tonométrico. La quimioterapia o intervención quirúrgica son capaces, a menudo, de restablecer la circulación adecuada.



APARATO LAGRIMAL$_*$

GLÁNDULA LAGRIMAL$_a$
CONDUCTOS LAGRIMALES$_b$
CONJUNTIVA$_n$ FÓRNIX$_{n'}$
PUNTOS LAGRIMALES$_c$
CANALES LAGRIMALES$_d$
SACO LAGRIMAL$_e$
CONDUCTO NASOLAGRIMAL$_f$
MEATO INFERIOR$_g$
(CAVIDAD NASAL)$_g$



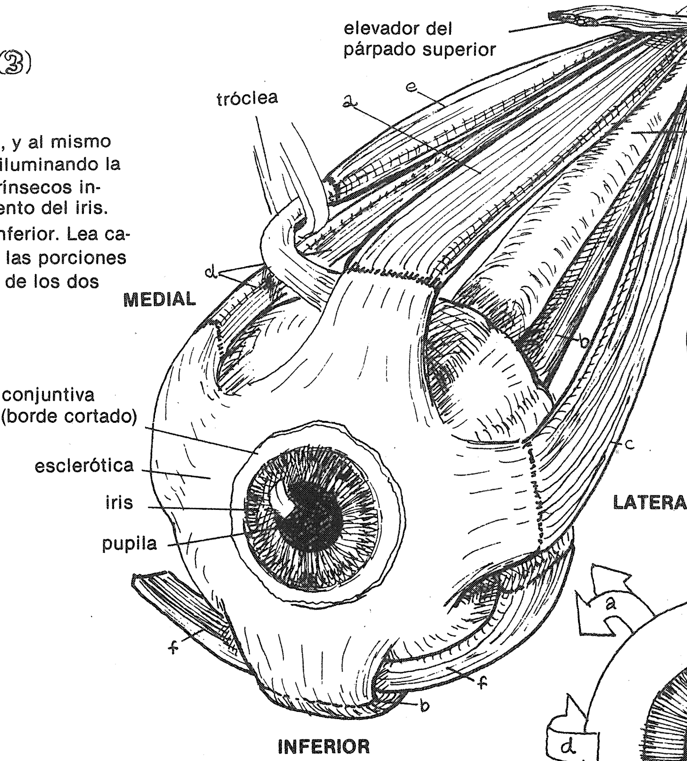
El *aparato lagrimal* provee de un mecanismo para la secreción y con drenaje de un líquido que lubrica los movimientos de los párpados sobre la córnea. La superficie interna de los párpados está revestida de una capa vascular recubierta de epitelio llamada *conjuntiva*. Esta capa se refleja (se dobla) en las esquinas de los párpados y de la esclerótica para recubrir la córnea. La irritación de esta membrana (conjuntivitis) se conoce comúnmente como "ojo rojo". La *glándula lagrimal* en la cara superoexterna de la órbita manda varios conductos hacia y a través de las esquinas conjuntivales (*fórnix*). El líquido lagrimal (lágrimas), líquido muy parecido a las secreciones serosas de ciertas glándulas salivales, se vacía sobre la córnea recubierta de conjuntiva y se estanca en lagos en la orilla medial del párpado inferior. El líquido es entonces drenado por los *canales lagrimales* cuyos orificios se abren en el borde medial de ambos párpados (*puntos*). El líquido drena hacia los *sacos lagrimales* y fluye hacia abajo por los *conductos nasolagrimales* a los *meatos inferiores de la cavidad nasal*. A menudo, el aumento de la presión emotiva induce la estimulación parasimpática de la glándula lagrimal durante el llanto.

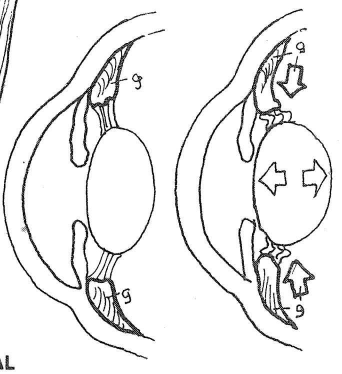
véanse también
137, 138, 133, 124

SISTEMA NERVIOSO
ÓRGANO DE LA VISTA* (3)

NC 9

1. Ilumine cada músculo pero no su tendón, y al mismo tiempo coloree el movimiento que produce iluminando la flecha respectiva. Coloree los músculos intrínsecos incluyendo las flechas que indican el movimiento del iris.
2. Utilice sólo dos colores en el diagrama inferior. Lea cada título e ilumínelo de gris y luego coloree las porciones de la vía a la que se refieren con cualquiera de los dos colores.





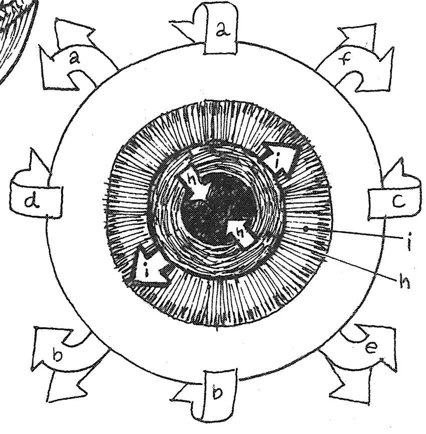
MÚSCULOS DEL OJO.

EXTRÍNSECOS*

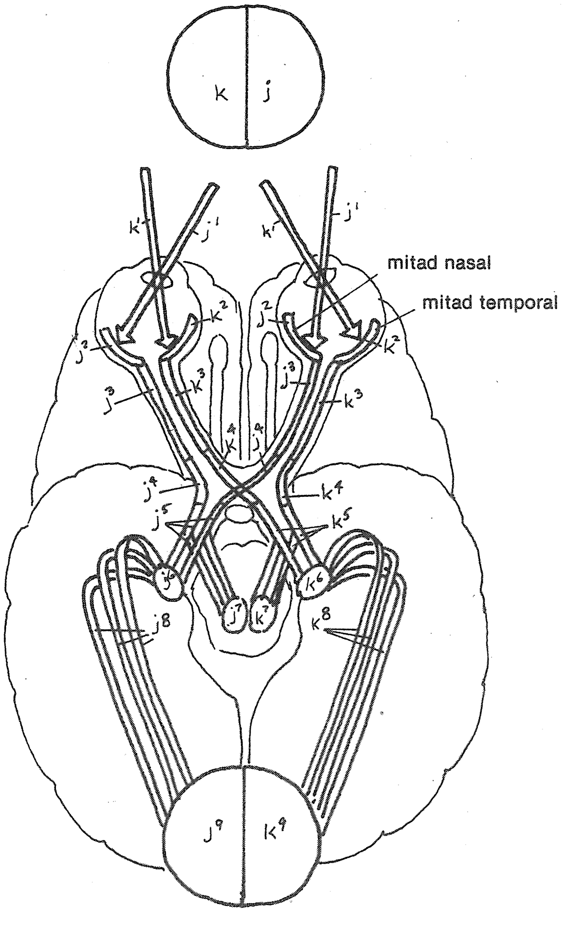
RECTO SUPERIOR$_a$
RECTO INFERIOR$_b$
RECTO LATERAL$_c$
RECTO MEDIAL$_d$
OBLICUO SUPERIOR$_e$
OBLICUO INFERIOR$_f$

INTRÍNSECOS*

CILIAR$_g$
IRIS*
ESFÍNTER PUPILAR$_h$
DILATADOR DE LA PUPILA$_i$



Los *músculos esqueléticos extrínsecos* del ojo, inervados por nervios craneales, se originan en un tendón circular que rodea al nervio óptico y se insertan en la esclerótica (aquí los músculos han sido levantados de la esclerótica para poder visualizarlos mejor). Sus funciones son complejas por los factores siguientes: (1) no hay manera de medir la función específica de un músculo del ojo aislado, y (2) el eje del globo ocular (centro de la pupila al disco óptico) no es el mismo que la vía óptica de la luz (del centro de la pupila a la fóvea central). Sin embargo, se acepta generalmente, que el ojo es capaz de efectuar (a) elevación, (b) depresión, (c) abducción y (c) aducción. Los movimientos de rotación (interna (e) y externa (f) son considerablemente más controversiales. Es importante recordar que cualquier movimiento ocular involucra a los 6 músculos de un grado a otro; así pues, estos movimientos rotatorios pueden ser "absorbidos" dentro de los movimientos oculares más clásicos. El músculo elevador del párpado superior levanta el párpado y no está insertado a la esclerótica.



VÍAS VISUALES.

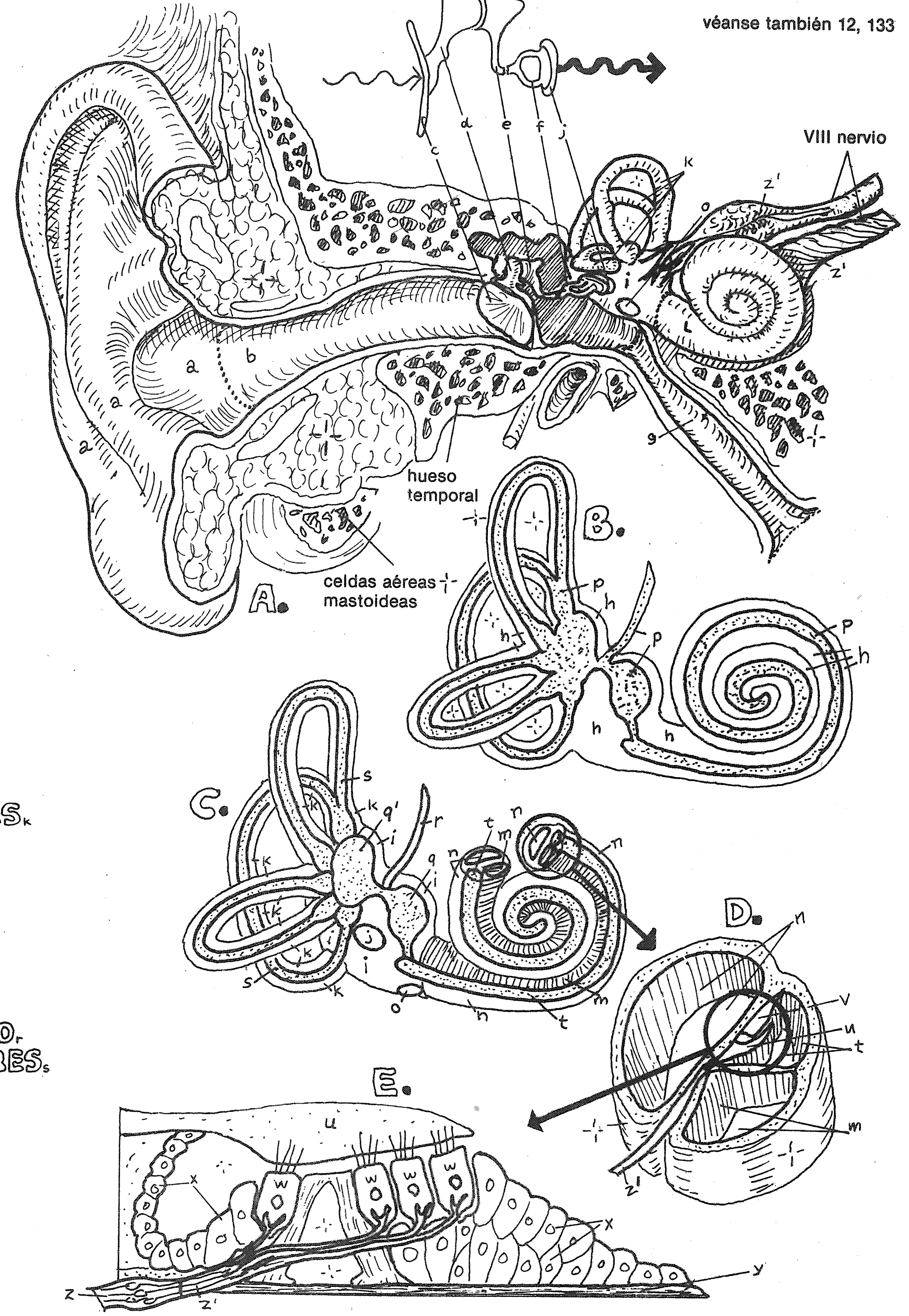
OBJETO VISUAL$_{j,k}$
ONDAS DE LUZ$_{j^1,k^1}$
RETINA$_{j^2,k^2}$
NERVIO$_{j^3,k^3}$ QUIASMA$_{j^4,k^4}$ TRACTO$_{j^5,k^5}$ ÓPTICOS
CUERPO GENICULADO LATERAL$_{j^6,k^6}$
TUBÉRCULOS CUADRIGÉMINOS SUPERIORES$_{j^7,k^7}$
RADIACIONES ÓPTICAS$_{j^8,k^8}$
CORTEZA VISUAL$_{j^9,k^9}$

Las *ondas de luz* inciden en la *retina* y estimulan los fotorreceptores para descargar "impulsos" electroquímicos. Estos impulsos son dirigidos desde la retina hacia la *corteza occipital* (*visual*), de acuerdo con el esquema que se muestra a la derecha. Nótese como las fibras de la retina externa (temporal) no se cruzan en el *quiasma óptico*, pero las de la retina interna (nasal) sí lo hacen. Conforme el *trayecto óptico* se extiende a los *cuerpos geniculados laterales* (núcleos) del tálamo, ciertas fibras son dirigidas a los *tubérculos cuadrigéminos superiores*, en donde se inician reflejos visuales. Los impulsos provenientes de los tubérculos cuadrigéminos son conducidos a los cuerpos de células motoras de nervios craneales y raquídeos y a los centros intermedios relacionados con la respuesta a un estímulo visual amenazante. Los impulsos que llegan a la corteza visual crean una imagen óptica que está orientada en el espacio y que se hace comprensible con la ayuda de los centros de asociación relacionados. Nótese que la imagen que se recibe en el lóbulo occipital está invertida con respecto a la que realmente se está viendo. La integración de los impulsos (visual y de memoria) en la corteza occipital da como resultado que la percepción de la imagen sea tal cual es realmente.

véanse también 12, 133

SISTEMA NERVIOSO
SENTIDO DEL OÍDO* (1)

NC 26
1. Complete cada dibujo antes de proseguir con el siguiente. Lea el texto conforme va iluminando.
2. Note que el órgano de Corti (V) se muestra como una unidad estructural en la figura D; Sus partes componentes deben iluminarse en la figura E.



OÍDO EXTERNO$_*$
OREJA$_a$
ORIFICIO AUDITIVO EXTERNO$_b$

MEMBRANA TIMPÁNICA$_c$

OÍDO MEDIO$_*$
MARTILLO$_d$
YUNQUE$_e$
ESTRIBO$_f$
TROMPA DE EUSTAQUIO$_g$

OÍDO INTERNO$_*$
LABERINTO ÓSEO$_h$
  VESTÍBULO$_i$
    VENTANA OVAL$_j$
  CANALES SEMICIRCULARES$_k$
  CÓCLEA$_l$
    RAMPA VESTIBULAR$_m$
    RAMPA TIMPÁNICA$_n$
      VENTANA REDONDA$_o$

LABERINTO MEMBRANOSO$_p$
  SÁCULO$_q$/UTRÍCULO$_{q'}$
  CONDUCTO ENDOLINFÁTICO$_r$
  CONDUCTOS SEMICIRCULARES$_s$
  CONDUCTO COCLEAR$_t$
    MEMBRANA TECTORIAL$_u$
    ÓRGANO DE CORTI$_v$
      CÉLULAS CILIADAS$_w$
      CÉLULAS DE SOSTÉN$_x$
    MEMBRANA BASILAR$_y$
    GANGLIO ESPIRAL$_z$
      Y VIII N. CRANEAL$_{z'}$

Dentro del oído pueden encontrarse estructuras auditivas y vestibulares. El oído está formado por una porción *externa* (*oreja* [a] y *meato* [b] que se ocupan de recolectar y canalizar la energía sonora hacia adentro de la cabeza), una porción *media* (cavidad timpánica cuya función principal es la de convertir la energía sonora en energía mecánica, amplificándola y conduciéndola a la siguiente cámara más interna) y una porción *interna* (que se ocupa de los estímulos auditivos y vestibulares). La energía sonora causa la vibración de la *membrana timpánica* (c). Estas vibraciones son transmitidas a través de los tres huesecillos (martillo, yunque y estribo, todos conectados por articulaciones sinoviales) hacia la *ventana oval* (j) (que separa en parte las cavidades media e interna). La cavidad del oído medio, recubierta con mucosa respiratoria y localizada dentro de la porción petrosa del hueso temporal, se abre a la nasofaringe a través de la *tuba auditiva ó trompa de Eustaquio* (que permite el ajuste de presiones en la cavidad y el exterior) y hacia las celdas aéreas mastoideas a través de una apertura en la pared posterior de la cavidad (no se muestra).El oído interno, labrado dentro de la porción petrosa del hueso temporal, está formado de una serie de cámaras y pasajes interconectados (*laberinto óseo*) lleno de líquido (perilinfa). Dentro del laberinto óseo hay una serie de cámaras y pasajes membranosos (*laberinto membranoso*) también lleno de líquido (endolinfa). Las relaciones entre estos dos laberintos pueden apreciarse después de iluminar la figura B.

Refiriéndose a la figura C, el laberinto óseo está formado por *vestíbulo* (i), *canales semicirculares* (k) y la *cóclea o caracol* (l, que se ve mejor en la figura A, como una unidad). En las figuras C y D, puede verse la cóclea, que consiste en dos tubos adyacentes: la *escala vestibular* (m) que se continúa con el vestíbulo, y la *escala* timpánica (n) que termina en la *ventana redonda*. Estos dos canales se continúan uno con otro en la punta de la cóclea.

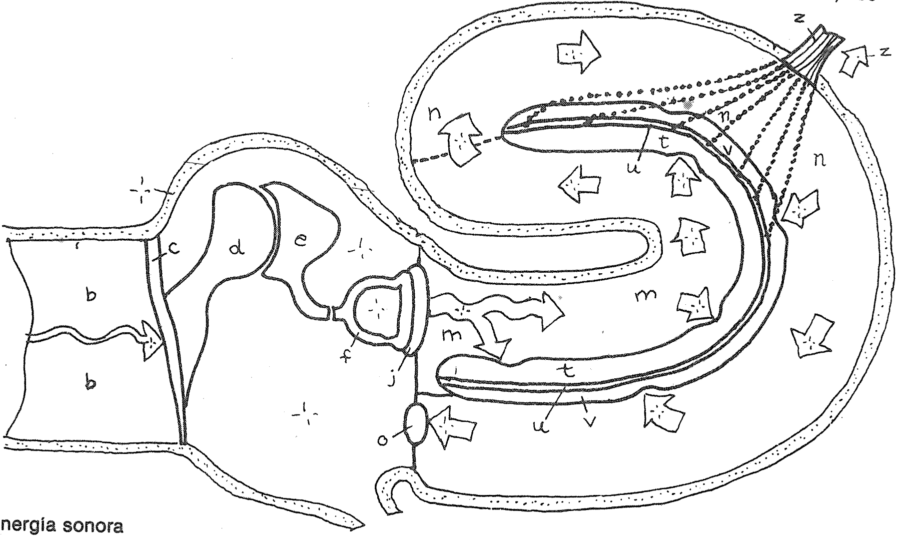
El laberinto membranoso, que se ve en la figura C, consta de *sáculo* y *utrículo* con su *conducto endolinfático* (q, q^1, r) que se localiza en el vestíbulo, de *conductos semicirculares* (s) dentro de los canales semicirculares y del *conducto coclear* (t), localizado dentro de la escala vestibular de la cóclea. El conducto endolinfático termina como un tubo ciego bajo la duramadre que cubre el hueso temporal. Dentro del sinuoso conducto coclear, sostenido por hueso y *membrana basilar*, se encuentra un listón de células receptoras especializadas (*ciliadas*) y de *células de sostén* cubiertas por la *membrana tectorial*. Este complejo, el *órgano de Corti*, es el responsable de convertir la energía mecánica en energía electroquímica que para su interpretación, puede ser conducida al cerebro por la porción auditiva del VII nervio craneal a través de los *ganglios espirales*. Las funciones de las estructuras vestibulares y la secuencia auditiva se discuten en la lámina siguiente.

SISTEMA NERVIOSO
ÓRGANO DEL OÍDO* (2)
SISTEMA VESTIBULAR*

véanse también 140, 133

NC 8

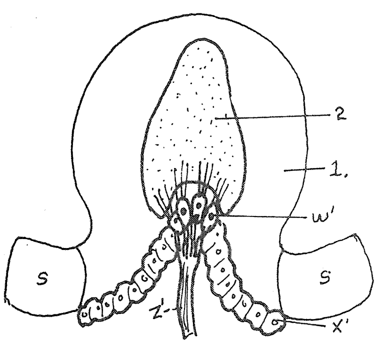
1. Utilice los mismos colores que los de la lámina anterior para estructuras repetidas en esta lámina.
2. No ilumine las flechas del esquema superior, excepto la marcada con z.
3. Ilumine las estructuras conforme lee el texto. Puede ser útil revisar también el texto de la lámina anterior.
4. La ilustración de la derecha es una vista muy esquematizada de las estructuras auditivas y se presenta aquí para mostrar la secuencia de los eventos que dan como resultado el desarrollo de los impulsos auditivos. La cóclea más anatómicamente correcta (con sus dos vueltas y media) puede ser vista en la lámina 140.
5. Debido a que se necesitan tres colores nuevos más adelante (1-3) ilumine *primero* cualquier estructura de a-z, repitiendo los colores utilizados en la lámina 140. Luego ilumine 1-3 con colores nuevos o cualquier color de los de la lámina 140 que no se hayan utilizado aquí.

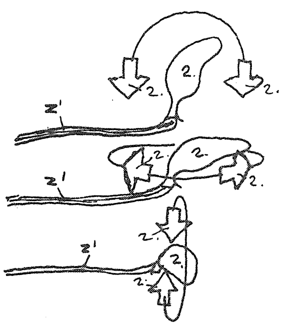


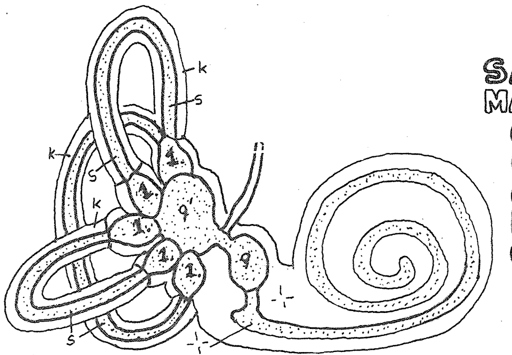
El cerebro no tiene receptores para el sonido, de ahí que la energía sonora deba ser convertida en estímulos electroquímicos, impulsos que sí puede manejar el cerebro. En parte, ésta es la explicación de la complejidad del mecanismo de la audición. El oído externo recolecta las ondas de sonido, las cuales son llevadas hacia la membrana timpánica a través del meato auditivo externo. La membrana timpánica, que actúa como un resonador, transmite esa energía a los huesecillos, convirtiéndola, de energía sonora, en mecánica. Dentro del oído medio, la amplitud de la energía es aumentada considerablemente. Los movimientos vibratorios de los huesecillos son transmitidos al vestíbulo a través de la ventana oval. La perilinfa en el laberinto óseo se pone en movimiento, creando ondas en la escala vestibular hasta la punta de la cóclea y de regreso por la escala timpánica hasta la ventana redonda, en donde las vibraciones desaparecen. El movimiento del líquido en la escala vestibular crea oscilaciones en el techo membranoso del conducto coclear, lo cual produce movimiento de la endolinfa dentro del propio conducto. (Consúltense las figuras D y E de la lámina anterior). Los movimientos de la endolinfa mueven la membrana tectoria que descansa sobre el órgano de Corti, inclinando los cilios de las células receptoras hasta el punto de descarga de impulsos electroquímicos fuera de las prolongaciones sensoriales. Los impulsos pasan por los ganglios espirales bipolares; de ahí, al núcleo coclear del bulbo raquídeo a través de la división auditiva del VIII nervio craneal. La estimulación de las células ciliadas en la *base* de la cóclea produce percepción de sonidos de tono agudo; la estimulación de las células ciliadas de la *punta* de la cóclea, causan percepción de sonidos de tono grave.

SISTEMA VESTIBULAR/EQUILIBRIO*

AMPOLLA$_1$
CRESTA*
CÚPULA$_2$
CÉLULAS CILIADAS$_{w'}$
FIBRAS NERVIOSAS$_{z'}$
CÉLULAS DE SOSTÉN$_{x'}$

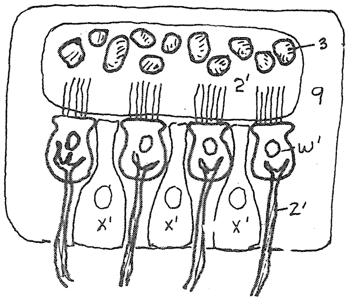


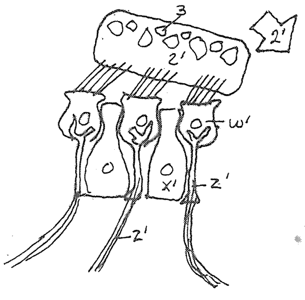




CANALES SEMICIRCULARES$_k$
CONDUCTOS SEMICIRCULARES$_s$

SÁCULO$_9$/UTRÍCULO$_{9'}$
MÁCULA*
CAPA GELATINOSA$_{2'}$
OTOLITOS$_3$
CÉLULAS CILIADAS$_{w'}$
FIBRAS NERVIOSAS$_{z'}$
CÉLULAS DE SOSTÉN$_{x'}$





El sistema vestibular está formado por *canales semicirculares* orientados 90° uno con respecto al otro), sus *conductos* membranosos, el utrículo y el sáculo dentro del vestíbulo. Los conductos semicirculares membranosos, que flotan en perilinfa, se continúan con el sáculo y el utrículo. Dentro de estas cámaras membranosas circula endolinfa. Uno de los extremos de cada conducto se agranda, formando una *ampolla*. Dentro de las ampollas pueden encontrarse *crestas* ampulares, formadas por céluladas ciliadas receptoras, sostenidas por células no receptoras vecinas. Las prolongaciones ciliares de estas células receptoras se encuentran dentro de una masa de glucoproteína en forma de copa invertida (*cúpula*). El movimiento de la endolinfa empuja estas crestas a un lado como respuesta al movimiento rotatorio de la cabeza y doblando los cilios que a su vez disparan un impulso como resultado. El impulso viaja hacia la porción vestibular del VIII nervio craneal y hacia los núcleos vestibulares del bulbo.

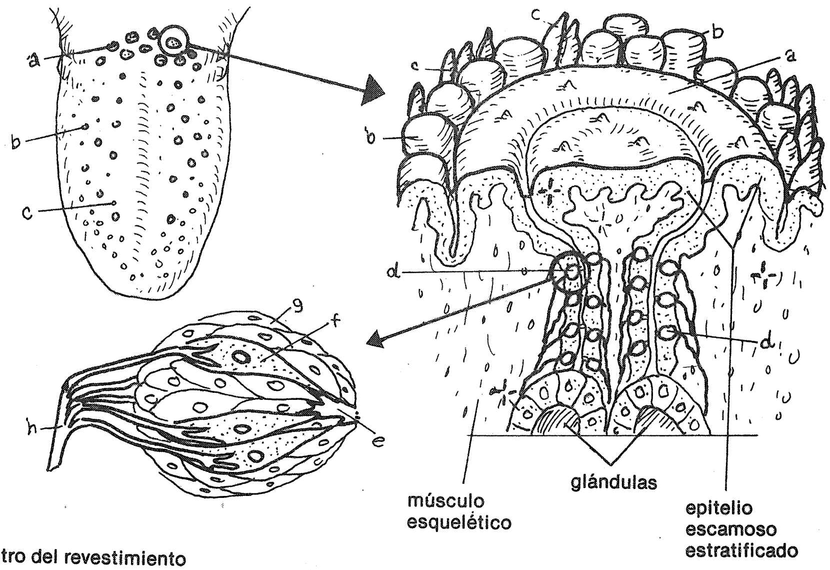
Dentro de las paredes del utrículo y del sáculo, se localizan las *máculas*, que operan básicamente con el mismo principio que las crestas. La mácula consta de una larga fila de células ciliadas y sus elementos de sostén. Las prolongaciones ciliares se encuentran dentro de una capa *gelatinosa* (glucoproteína) con sales de calcio (*otolitos*). El movimiento de la endolinfa mueve o empuja estos otolitos, causando que se doblen o inclinen los cilios y la descarga de impulsos nerviosos. El efecto de estos receptores vestibulares influencia los movimientos oculares y posición corporal, un proceso de adaptación que se produce por los cambios de orientación en el espacio.

SISTEMA NERVIOSO
GUSTO Y OLFATO*

véanse también 11, 12, 71, 79, 133

NC 15

1. Las papilas filiformes (c) en el esquema de la lengua son los círculos más pequeños y de línea delgada.
2. La mucosa olfatoria (i) en los esquemas inferiores se encuentra dentro del área punteada. Nótese que las estructuras (j) penetran las hendiduras que se encuentran en (m).

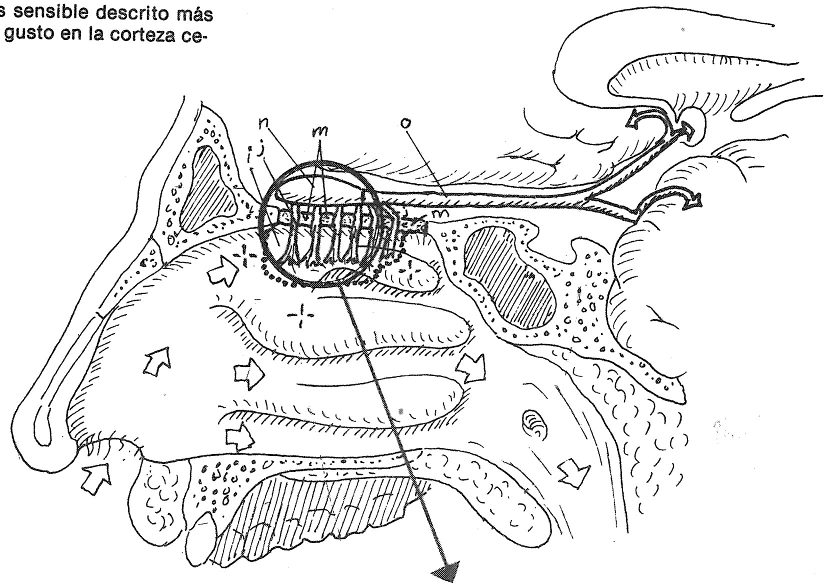


PAPILAS*
- **CIRCUNVALADA** a
- **FUNGIFORME** b
- **FILIFORME** c

CORPÚSCULOS GUSTATIVOS d
- **CANAL DEL PORO** e
- **CÉLULAS RECEPTORAS** f
- **CÉLULAS DE SOSTÉN** g
- **FIBRAS NERVIOSAS** h

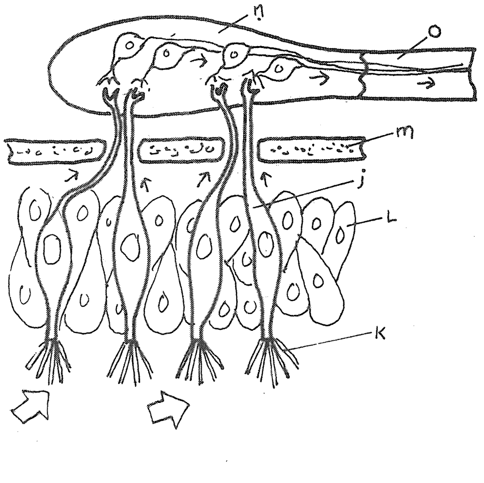
Los receptores del gusto (*corpúsculos gustativos*) se localizan dentro del revestimiento epitelial de los lados (baluartes) de las papilas caliciformes en la lengua, así como en el paladar, la orofaringe y la epiglotis. Cada corpúsculo está formado de varias células receptoras sensoriales rodeadas por células de sostén. El ápex del corpúsculo es el *canal del poro* (e) (frente al baluarte) a través del cual debe pasar el alimento disuelto para alcanzar los receptores. La base del corpúsculo está formada de fibras sensoriales (h) que se convierten en parte del nervio craneal VII y IX, dependiendo de su localización. El material que será degustado debe estar disuelto. A pesar de que experimentalmente se ha demostrado que hay cuatro sabores básicos (agrio, salado, dulce y amargo), no parece haber diferencia en los corpúsculos gustativos, como muchos otros tejidos epiteliales, sufren mitosis frecuentes (cada pocos días). Cada célula hija debe hacer sinapsis con una prolongación sensorial nerviosa.

La discriminación entre sabores que efectua un *gourmet* es, en realidad, producto de sensaciones gustatorias, temperatura, olor y textura de la comida. El sabor de la comida se afecta de manera importante con un sentido del olfato disminuido (como cuando uno está resfriado, un fenómeno atribuible al aparato olfatorio más sensible descrito más adelante). La interpretación del sabor ocurre en los centros del gusto en la corteza cerebral.



OLFATO*

- **MUCOSA OLFATORIA** i
  - **NEURONAS OLFATORIAS** j
    - **PELOS OLFATORIOS (CILIOS)** k
  - **CÉLULAS DE SOSTÉN** L
- **LÁMINA CRIBIFORME** m
- **BULBO OLFATORIO** n
- **TRACTO OLFATORIO** o

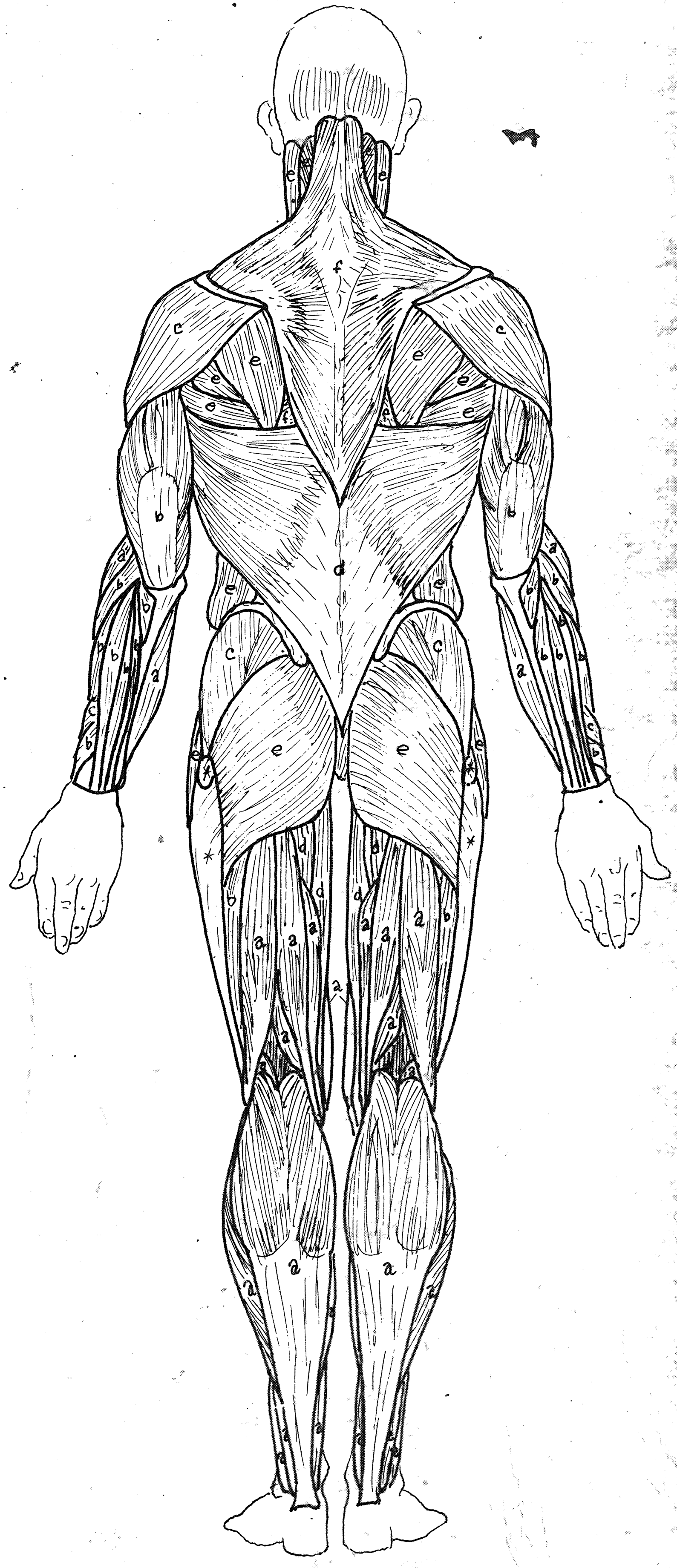


Los *receptores olfatorios* están localizados dentro de la *mucosa olfatoria*, en el techo de la cavidad nasal. Los sensores olfatorios son *neuronas sensoriales* bipolares verdaderas (la diferencia de muchos receptores, los cuales hacen sinapsis con fibras sensoriales). Sus *células de sostén* vienen en dos variedades, una de las cuales es típicamente respiratoria (columnar pseudoestratificado). El extremo de la neurona que está rodeada se proyecta dentro del moco de la cavidad misma. Desde esta punta se extienden varios *cilios olfatorios*, los cuales se cree que son responsables de iniciar la excitación en respuesta a los estímulos olfatorios. Los estímulos olfatorios (cosas que huelen) son traídos hacia la cavidad nasal durante la inhalación (las flechas grandes indican la corriente de aire). Una vez disueltos en el moco, las partículas estimulan los cilios olfatorios para disparar impulsos electroquímicos a través de las neuronas olfatorias (j) (la dirección que toman estos impulsos está indicada por las flechas pequeñas). El extremo más central de la neurona proyecta su axón hacia arriba a través de la *lámina cribiforme* del hueso etmoidal en compañía de otros axones. Dentro del *bulbo olfatorio* los axones de las neuronas sensoriales primarias hacen sinapsis con células cuyos axones forman los *tractos olfatorios* que van a las cortezas temporal (superficie medial e inferior) y frontal (superficie inferior) del hemisferio cerebral y centros relacionados.

LIBRO DE TEXTO Y DE APRENDIZAJE PRACTICO.

Sí, éste es un libro de anatomía humana para colorear: una manera fácil de disfrutar aprendiendo. El lector, participando de un ingenioso proceso de iluminación, se acerca a los conceptos, las estructuras y los sistemas del cuerpo humano. Además del aprendizaje visual de los detalles, éste libro enseña la terminología propia de la anatomía como parte de un creativo dibujo. Igualmente, por su presentación y organización, facilita un repaso para los exámenes.

Este libro no es solamente de gran utilidad para los estudiantes de arte, medicina, dentistería o todas aquellas personas involucradas profesionalmente con la salud, sino para todas aquellas que deseen conocer más de su cuerpo, encontrando placer aprendiendo.



FERNÁNDEZ editores
MÉXICO

ISBN-968-416-275-8

7509994006300